

# Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur le

## Saumon chinook *Oncorhynchus tshawytscha*

Population de l'Okanagan

au Canada



**EN VOIE DE DISPARITION  
2017**

**COSEPAC**  
Comité sur la situation  
des espèces en péril  
au Canada



**COSEWIC**  
Committee on the Status  
of Endangered Wildlife  
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2017. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), population de l'Okanagan, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 66 p. (<http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=24F7211B-1>).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) population de l'Okanagan, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 46 p. ([www.registrelep.gc.ca/status/status\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm)).

Note de production :

Le COSEPAC aimerait remercier Douglas Braun et Nicholas Burnett qui ont rédigé le rapport de situation sur le saumon chinook, population de l'Okanagan. Le présent rapport a été préparé aux termes d'un marché conclu avec Environnement et Changement climatique Canada, et sa supervision a été assurée par Alan Sinclair, coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons marins du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC  
a/s Service canadien de la faune  
Environnement et Changement climatique Canada  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0H3

Tél. : 819-938-4125

Télééc. : 819-938-3984

Courriel : [ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca](mailto:ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca)  
<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Chinook Salmon *Oncorhynchus tshawytscha*, Okanagan population, in Canada.

Illustration/photo de la couverture :

Saumon chinook — Saumon chinook — Fournie par le Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017.

N° de catalogue CW69-14/469-2017F-PDF

ISBN 978-0-660-09194-5



## COSEPAC Sommaire de l'évaluation

### Sommaire de l'évaluation – avril 2017

**Nom commun**

Saumon chinook - population de l'Okanagan

**Nom scientifique**

*Oncorhynchus tshawytscha*

**Statut**

En voie de disparition

**Justification de la désignation**

Il s'agit de la seule population de saumon chinook dans le bassin du fleuve Columbia au Canada. La population est géographiquement et génétiquement distincte des autres populations canadiennes de saumon chinook. Elle a autrefois été assez grande pour supporter une importante pêche à des fins alimentaires et commerciales avant la colonisation par des peuples non autochtones. La construction de multiples barrages le long de la voie de migration du fleuve Columbia, combinée à la surpêche historique dans le fleuve Columbia et l'océan, a réduit la taille de la population. Le faible taux de survie en mer, la détérioration de la qualité de l'habitat de fraye au Canada et la présence de prédateurs et de compétiteurs non indigènes ont également joué un rôle dans l'appauvrissement actuel de la population. Une immigration externe par des individus égarés des États-Unis est théoriquement possible, mais le statut de la population source est incertain, tout comme la viabilité de ces individus égarés. Par conséquent, l'immigration de source externe est considérée comme peu probable. Bien qu'il y ait une légère hausse de la population, le nombre d'individus matures dans la population demeure très bas, ayant varié entre 19 et 112 au cours des 4 dernières années.

**Répartition**

Colombie-Britannique, Océan Pacifique

**Historique du statut**

Espèce désignée « en voie de disparition » à la suite d'une évaluation d'urgence le 4 mai 2005. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en avril 2017.



## COSEPAC Résumé

### **Saumon chinook** *Oncorhynchus tshawytscha*

Population de l'Okanagan

#### **Description et importance de l'espèce sauvage**

Le saumon chinook (Salmonidés : *Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum) est l'une des sept espèces du genre *Oncorhynchus* indigènes de l'Amérique du Nord. Le présent rapport évalue la situation de la population de saumons chinooks du bassin de la rivière Okanagan, en Colombie-Britannique. Cette population fait partie d'un grand complexe de populations qui comprend d'autres populations de type océanique qui migrent à l'été ou à l'automne et qui fraient dans les affluents du haut Columbia aux États-Unis. La population de saumons chinooks de l'Okanagan constitue la seule population restante de cette espèce dans le bassin du fleuve Columbia au Canada. Le groupe de populations du bassin du fleuve Columbia est géographiquement distinct des autres populations de saumons chinooks au Canada et il est également génétiquement distinct de toutes les autres populations de saumons chinooks, ce qui illustre une divergence phylogénétique profonde et une adaptation locale.

#### **Répartition**

Les saumons chinooks de l'Okanagan fraient dans le bassin de la rivière Okanagan, situé dans le bassin du fleuve Columbia, dans le sud de la Colombie-Britannique. Bien que leur aire de répartition exacte dans l'océan Pacifique soit inconnue, ils grossissent probablement en milieu côtier, comme d'autres populations de saumons chinooks de type océanique.

#### **Habitat**

Les saumons chinooks de l'Okanagan fraient principalement dans un tronçon d'habitat semi-naturel de huit kilomètres (km) dans la rivière Okanagan. Les frayères de cette population présentent des profondeurs, des débits et des granulométries caractéristiques des autres populations de saumons chinooks. La plus grande partie de la rivière Okanagan a été redressée, canalisée et endiguée, et elle compte de nombreux barrages. Toutefois, l'amélioration du passage des poissons au barrage McIntyre et les activités de remise en état récentes ont visé à améliorer la quantité et la qualité de l'habitat de fraie et de grossissement des salmonidés. Les barrages hydroélectriques sur le fleuve Columbia ont modifié le corridor de migration des saumons chinooks qui quittent la rivière

Okanagan (juvéniles) et qui y retournent (adultes). Pendant leur migration, les juvéniles doivent franchir neuf barrages et les adultes doivent repérer les échelles à poissons et naviguer dans les eaux stagnantes des réservoirs. Les deux stades de vie doivent tolérer des températures élevées dans les réservoirs et les échelles à poissons, de même que les restitutions de débit élevées et variables dans les canaux de fuite des barrages.

Les augmentations de l'abondance du complexe de populations de saumons chinooks du haut Columbia dans les années 1990 ont coïncidé avec des conditions favorables dans l'océan Pacifique. Ces conditions ont changé au début des années 2000, ce qui a donné lieu à un déclin des remontes.

## **Biologie**

Le saumon chinook constitue la plus grande espèce du genre *Oncorhynchus*, et les adultes peuvent mesurer plus d'un mètre de longueur. L'espèce est semelpare. Les juvéniles gagnent le milieu marin pour s'alimenter et retournent en eau douce une fois adultes pour frayer, puis mourir. Les saumons chinooks fraient habituellement dans leur cours d'eau natal à la fin de l'été ou au début de l'automne, mais les adultes de certaines populations peuvent retourner en eau douce dès le mois d'avril. L'âge à maturité varie de trois à sept ans, mais les âges dominants des reproducteurs sont quatre et cinq ans. Les œufs sont déposés dans des nids de fraie, incubent durant l'hiver et éclosent du début à la fin du printemps. Après leur émergence, les juvéniles grossissent en eau douce pendant une année ou plus (type dulcicole) ou migrent vers l'océan après deux à cinq mois en eau douce (type océanique). Bien que ces populations de saumons chinooks soient habituellement classées comme étant de type dulcicole ou océanique, on ignore si cette variation du cycle vital est fondée sur la génétique ou la plasticité, ou les deux. Ces types de juvéniles se distinguent également par leur aire de répartition en milieu océanique. Les juvéniles de type dulcicole ont tendance à migrer vers le milieu extracôtier, tandis que les juvéniles de type océanique ont tendance à fréquenter le milieu côtier. Ces types de juvéniles constituent l'un des critères d'identification utilisés pour classer les populations de saumons chinooks.

Les saumons chinooks de l'Okanagan sont de type océanique et migrent l'été (« saumons chinooks d'été »). Ils retournent en eau douce entre juin et août, et ils fraient en octobre. On a observé des juvéniles en dévalaison dans la rivière Okanagan, jusqu'au lac Osoyoos, à la fin de mai et en juin, mais peu de données biologiques ont été recueillies sur ce stade de vie en raison de la faible abondance des reproducteurs.

## **Taille et tendances des populations**

Au cours des dernières années, l'abondance annuelle des reproducteurs a semblé augmenter, mais l'abondance demeure faible (l'effectif de la population a atteint un sommet de 112 saumons en 2015) et les estimations des reproducteurs sont très incertaines. L'ajout des poissons à nageoire adipeuse coupée à l'estimation de l'abondance a peu d'effet sur la taille et la tendance de la population. Une immigration de source externe est probable par des poissons d'origine sauvage ou d'écloserie à proximité qui font partie de l'unité évolutive significative du haut Columbia aux États-Unis.

## **Menaces et facteurs limitatifs**

Les principales menaces et les principaux facteurs limitatifs pour les saumons chinooks de l'Okanagan sont la pêche, la dégradation de l'habitat (p. ex. barrages, prélèvements d'eau et pollution), les espèces envahissantes et les changements climatiques. Les taux d'exploitation des saumons chinooks d'été du haut Columbia sont supérieurs à 69 % depuis 2003. Bien que les taux d'exploitation au Canada aient baissé au cours des dernières années, l'exploitation totale est demeurée stable. La dégradation de l'habitat due à la fragmentation ou à la perte de milieux de fraie et de grossissement a été considérable dans le bassin de l'Okanagan. Les barrages dans la partie états-unienne du bassin du fleuve Columbia ont eu une incidence négative sur le corridor de migration des saumons chinooks de l'Okanagan en eau douce, en réduisant la survie des adultes et des juvéniles pendant leur migration. Il convient de souligner que le Canada n'exerce aucun contrôle sur les activités de ces installations. Dans l'ensemble, la quantité et la qualité de l'eau s'améliorent, mais ils constituent encore des menaces importantes pour la population de saumons chinooks de l'Okanagan. Les changements climatiques constituent une nouvelle menace qui devrait avoir une incidence sur cette population.

## **Protection, statuts et classements**

Le COSEPAC a désigné la population de saumons chinooks de l'Okanagan comme étant en voie de disparition suivant une évaluation d'urgence en 2005, puis comme espèce menacée en 2006 en raison du potentiel d'immigration de source externe à partir de populations de saumons chinooks à proximité dans le haut Columbia. La population de l'Okanagan n'a pas été inscrite à la liste de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada pour des raisons économiques. Le COSEPAC a réexaminé le statut des saumons chinooks de l'Okanagan en avril 2017 et évalué la population comme étant en voie de disparition. En Colombie-Britannique, la cote provinciale du saumon chinook est S4, non en péril (*secure*). La population de saumons chinooks de l'Okanagan n'a pas été évaluée par le gouvernement de la Colombie-Britannique.

## RÉSUMÉ TECHNIQUE

*Oncorhynchus tshawytscha*

Saumon chinook, population de l'Okanagan

Chinook Salmon, Okanagan population

Répartition au Canada : Colombie-Britannique, océan Pacifique

### Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquez si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2011] est utilisée)	Quatre ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Non. Une augmentation du nombre de reproducteurs sauvages est observée depuis 2001.
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Une analyse quantitative n'a pas été effectuée.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Il y a eu une augmentation du nombre d'individus matures au cours des trois dernières générations.
[Pourcentage [prévu ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Une analyse quantitative n'a pas été effectuée.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Une analyse quantitative n'a pas été effectuée.
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles (a) et comprises (b) et ont effectivement cessé (c)?	a. Sans objet b. Sans objet c. Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

### Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	> 20 000 km <sup>2</sup>
Indice de zone d'occupation (IZO) (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté).	16 km <sup>2</sup>

La population totale est-elle gravement fragmentée, c.-à-d. que plus de 50 % de sa zone d'occupation totale se trouvent dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) séparées d'autres parcelles d'habitat par une distance supérieure à la distance de dispersion maximale présumée pour l'espèce?	a. Non b. Non
Nombre de localités* (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant)	Une localité, définie comme étant les lieux de fraie dans la rivière Okanagan où plus de 96 % des saumons chinooks de l'Okanagan fraient.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Non. Des améliorations à l'échelle à poissons du barrage McIntyre ont donné accès à d'autres milieux de fraie dans la rivière Okanagan et le chenal de Penticton, ce qui pourrait donner lieu à une augmentation de l'indice de zone d'occupation.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de [sous-]populations?	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de sous-populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non

#### Nombre d'individus matures dans chaque sous-population

Sous-populations (utilisez une fourchette plausible)	Nombre d'individus matures
	Estimation minimale en 2015 = 112 (fourchette d'estimations minimales de 2001 à 2015 : 5-112)
Total	112 (5-112)

\* Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPAC](#) et [IUCN](#) (février 2014; en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.



### Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans]	Une analyse quantitative n'a pas été effectuée.
---	---

### Menaces (directes, de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible, selon le calculateur des menaces de l'UICN, voir l'annexe I)

Un calculateur des menaces a-t-il été rempli pour l'espèce? Oui
<ul style="list-style-type: none"><li>i. Pêche</li><li>ii. Dégradation de l'habitat due aux barrages, à la pollution et aux prélèvements d'eau</li><li>iii. Changements climatiques</li><li>iv. Espèces envahissantes</li></ul>
Quels autres facteurs limitatifs sont pertinents?

### Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur les plus susceptibles de fournir des individus immigrants au Canada	La situation n'a pas été évaluée. Les populations aux États-Unis sont augmentées par d'importants programmes d'élevage dans le haut Columbia, et l'effectif des populations sauvages augmente en raison des augmentations récentes de la survie en milieu marin.
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Oui. Des poissons d'élevage des États-Unis ont été observés en train de frayer dans la rivière Okanagan. Il est possible que les saumons issus de la rivière Similkameen s'égarer dans la rivière Okanagan.
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	On ne sait pas si les individus égarés ont une incidence positive ou négative sur les saumons chinooks de l'Okanagan.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probablement. Les estimations de l'habitat de fraie dépassent 1 400 couples.
Les conditions se détériorent-elles au Canada?*	Inconnu. Les activités de remise en état récentes ont visé l'amélioration de l'habitat, mais les températures élevées de l'eau, la pollution de l'eau et les prélèvements d'eau continuent de causer des problèmes.
Les conditions de la population source se détériorent-elles?*	Inconnu
La population canadienne est-elle considérée comme un puits?*	Inconnu

\*Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe).

La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Inconnu
---	---------

### Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate? Non
--

### Historique du statut

COSEPAC :

Espèce désignée « en voie de disparition » à la suite d'une évaluation d'urgence le 4 mai 2005. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en avril 2017.

### Statut et justification de la désignation

Statut	Code alphanumérique
En voie de disparition	D1

#### Justification de la désignation

Il s'agit de la seule population de saumon chinook dans le bassin du fleuve Columbia au Canada. La population est géographiquement et génétiquement distincte des autres populations canadiennes de saumon chinook. Elle a autrefois été assez grande pour supporter une importante pêche à des fins alimentaires et commerciales avant la colonisation par des peuples non autochtones. La construction de multiples barrages le long de la voie de migration du fleuve Columbia, combinée à la surpêche historique dans le fleuve Columbia et l'océan, a réduit la taille de la population. Le faible taux de survie en mer, la détérioration de la qualité de l'habitat de fraye au Canada et la présence de prédateurs et de compétiteurs non indigènes ont également joué un rôle dans l'appauvrissement actuel de la population. Une immigration externe par des individus égarés des États-Unis est théoriquement possible, mais le statut de la population source est incertain, tout comme la viabilité de ces individus égarés. Par conséquent, l'immigration de source externe est considérée comme peu probable. Bien qu'il y ait une légère hausse de la population, le nombre d'individus matures dans la population demeure très bas, ayant varié entre 19 et 112 au cours des 4 dernières années.

### Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Ne correspond pas au critère puisque la population a augmenté au cours des trois dernières générations.

Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas au critère puisque la superficie estimée de la zone d'occurrence et l'indice de zone d'occupation n'ont pas varié, que la qualité de l'habitat, le nombre de localités, le nombre d'individus matures ne diminuent pas, et qu'il n'y a pas de fluctuations extrêmes.

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas au critère puisque le nombre d'individus matures augmente.

Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Correspond au critère de la catégorie « en voie de disparition » D1 puisque le nombre d'individus matures est inférieur à 250.

Critère E (analyse quantitative) : Non effectuée

## PRÉFACE

Le présent rapport de situation fournit de nouveaux renseignements sur la population de saumons chinooks qui fraie dans la rivière Okanagan en Colombie-Britannique. Les saumons chinooks migrent vers le milieu marin de deux à cinq mois après leur naissance (cycle vital de type océanique), et les adultes retournent en eau douce à l'été. Les populations de saumons chinooks sont souvent classées en fonction de leur cycle vital dominant; par conséquent, les saumons chinooks de l'Okanagan sont considérés comme constituant une population d'été de type océanique. Dans l'ensemble du présent document, ces termes sont utilisés pour décrire le moment de la migration (printemps, été ou automne) et le lieu de séjour des juvéniles (type dulcicole ou océanique). Depuis la première évaluation du saumon chinook de l'Okanagan par le COSEPAC en 2006, de nouvelles données et de nouveaux renseignements ont été recueillis sur la biologie, la taille, les tendances en matière d'habitat, la zone d'occurrence, le potentiel d'immigration de source externe par d'autres populations et les taux d'exploitation de la population de l'Okanagan. Les études axées sur le temps passé en eau douce et en milieu marin au moyen d'une analyse microchimique des otolites et d'une analyse d'isotopes stables portant sur le tissu musculaire ont contribué à formuler des hypothèses relatives à l'utilisation de l'eau douce tout au long du cycle vital de la population de saumons chinooks de l'Okanagan. Des études antérieures suggèrent qu'une composante de la population de saumons chinooks de l'Okanagan pourrait être « résidente » (c.-à-d. qu'elle passe tout son cycle vital en eau douce et est la progéniture de femelles non anadromes) ou « résiduelle » (c.-à-d. qu'elle passe tout son cycle vital en eau douce et est la progéniture de femelles anadromes) dans le lac Osoyoos. Des chercheurs ont utilisé des éléments trouvés dans les otolites et le tissu musculaire pour déterminer que les poissons considérés résidants ou résiduels migrent en fait vers le milieu marin. De plus, tous les poissons prélevés étaient la progéniture de femelles ayant migré vers l'océan. Ensemble, ces résultats suggèrent que les saumons chinooks de l'Okanagan ne passent habituellement pas l'ensemble de leur cycle vital en eau douce.

La taille de la population de l'Okanagan a augmenté depuis 2005, mais elle demeure extrêmement petite (moins de 250 individus). La quantité d'habitat de fraie et de grossissement disponible a augmenté à la suite d'activités de remise en état et de la construction d'une nouvelle échelle à poissons au barrage McIntyre. De telles activités n'ont toutefois pas donné lieu à une augmentation de la zone d'occupation puisque la colonisation en amont du barrage McIntyre n'a pas atteint des niveaux permettant de modifier le statut des saumons chinooks de l'Okanagan. En 2013, l'écloserie du barrage Chief Joseph a commencé ses activités, notamment la collecte de géniteurs sauvages dans la rivière Okanagan et dans les affluents à proximité. Il convient de souligner que l'Okanagan (Canada) et l'Okanogan (États-Unis) constituent deux parties de la même rivière séparées par le lac Osoyoos et la frontière canado-américaine. En 2014 et en 2015, respectivement 186 050 et 300 546 saumons chinooks juvéniles de type océanique (grossissement en eau douce pendant deux à cinq mois) ont été libérés dans la rivière Okanogan. Les remontes de ces adultes ne seront détectables qu'à compter de 2017. Il y a un risque élevé qu'une petite proportion de ces poissons se disperse et fraie dans la rivière Okanogan. Les conséquences de la pêche constituent une des principales menaces pour

les saumons chinooks de l'Okanagan. En 2009, les modifications apportées au Traité sur le saumon du Pacifique ont réduit les limites de prise canadiennes en ce qui concerne les saumons chinooks du haut Columbia, mais ce traité ne porte pas sur les saumons chinooks de l'Okanagan d'origine canadienne. Bien que ces modifications aient donné lieu à une réduction des taux d'exploitation au Canada, les taux d'exploitation aux États-Unis ont augmenté au cours des dix dernières années.



## HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

## MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

## COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsables des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

## DÉFINITIONS (2017)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'un autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

\* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

\*\* Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

\*\*\* Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

\*\*\*\* Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

\*\*\*\*\* Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.



Environnement et  
Changement climatique Canada  
Service canadien de la faune

Environment and  
Climate Change Canada  
Canadian Wildlife Service

Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement et Changement climatique Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

# Rapport de situation du COSEPAC

sur le

## **Saumon chinook** *Oncorhynchus tshawytscha*

Population de l'Okanagan

**au Canada**

2017

## TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE.....	6
Nom et classification.....	6
Description morphologique.....	6
Structure spatiale et variabilité de la population .....	8
Unités désignables .....	13
Importance de l'espèce.....	14
RÉPARTITION .....	14
Aire de répartition mondiale.....	14
Aire de répartition canadienne.....	14
Zone d'occurrence et zone d'occupation .....	16
Activités de recherche .....	16
HABITAT.....	19
Besoins en matière d'habitat .....	19
Tendances en matière d'habitat.....	21
BIOLOGIE .....	24
Cycle vital et reproduction .....	24
Physiologie et adaptabilité .....	26
Déplacements et dispersion .....	27
Relations interspécifiques.....	28
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	29
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	29
Abondance .....	31
Fluctuations et tendances.....	32
Immigration de source externe .....	33
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS .....	39
Agriculture et aquaculture.....	39
Utilisation des ressources biologiques.....	40
Modifications des systèmes naturels .....	44
Espèces et gènes envahissants ou problématiques.....	46
Pollution.....	47
Changements climatiques et conditions météorologiques extrêmes .....	47
Facteurs limitatifs.....	48
Nombre de localités.....	48
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS.....	48
Statuts et protection juridiques .....	48

Statuts et classements non juridiques .....	49
Protection et propriété de l'habitat .....	49
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS .....	49
Experts contactés .....	50
SOURCES D'INFORMATION .....	50
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT .....	61

### Liste des figures

Figure 1. Saumon chinook de l'Okanagan lors de la saison de fraie de 2008. Photo : Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance.....	6
Figure 2. Saumon chinook juvénile de l'Okanagan. Photo : Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance.....	7
Figure 3. Dendrogramme de voisinage génétique de Cavalli-Sforza et Edwards (1967) fondé sur l'analyse de 12 loci microsatellites pour les populations de saumons chinooks du bassin du fleuve Columbia et du bassin de la rivière Okanagan (MPO, données inédites, 2007). Voir Candy <i>et al.</i> (2002) pour connaître les méthodes. Voir le tableau 2 pour le nom complet des populations. 11	
Figure 4. Carte du bassin de la rivière Okanagan en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington. Aucun saumon chinook ne peut retourner dans la partie canadienne de la rivière Similkameen en raison de la présence d'une chute infranchissable du côté états-unien de la frontière. Carte reproduite avec l'autorisation de Paul Rankin, MPO. ....	15
Figure 5. Carte illustrant les parties de la rivière Okanagan ayant fait l'objet d'un inventaire visuel par le FDONA de 2001 à 2015 (voir le tableau 6 pour obtenir des détails sur les méthodes et les parties visées). Les nombres indiquent la présence de déversoirs. Les saumons chinooks fraient principalement entre Oliver (C.-B.) et le barrage McIntyre. Carte fournie par le FDONA.....	17
Figure 6. Observations historiques et récentes de saumons chinooks dans la rivière Okanagan et quelques observations historiques dans le bassin du haut Columbia. Gris pâle = migration des adultes en eaux douces; Noir = fraie; Gris foncé = attestations de présence.....	21
Figure 7. Indice d'abondance des saumons chinooks qui ont remonté la rivière Okanagan de 2001 à 2015. Les poissons à nageoire adipeuse coupée ne sont pas inclus dans cet indice d'abondance (figure 8). Données gracieusement fournies par le FDONA. ....	31
Figure 8. Pourcentage de saumons chinooks provenant d'une écloserie capturés par le FDONA de 2005 à 2014. La taille des échantillons est présentée au-dessus des bandes. Les années sans données sont représentées par S.O. (sans objet). Données gracieusement fournies par le FDONA.....	32



Figure 9. Dénombrements aériens des nids de fraie dans les rivières Okanogan et Similkameen de 1956 à 2014. Données fournies par M. Miller (BioAnalysts, Inc.) et A. Pearl (Colville Confederated Tribes).....	33
Figure 10. Mortalité par pêche (%) des saumons chinooks d'été du haut Columbia (population indicatrice de l'écloserie du barrage Wells) par année de capture pour les pêches au Canada et aux États-Unis de 1980 à 2013. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne).....	42
Figure 11. Mortalité par pêche (%) des saumons chinooks d'été du haut Columbia (population indicatrice de l'écloserie du barrage Wells) par année de ponte pour les pêches au Canada et aux États-Unis de 1975 à 2008. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne).....	42

### Liste des tableaux

Tableau 1. Taille des échantillons pour l'analyse génétique des saumons chinooks de l'Okanagan afin de déterminer la différenciation génétique des populations à proximité dans le haut Columbia. Les échantillons ont été prélevés par le Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance, et les analyses génétiques ont été menées par le laboratoire de biologie moléculaire et de génétique du ministère des Pêches et des Océans (MPO). .....	9
Tableau 2. Liste des populations et des groupes de populations (États-Unis – UES; Canada – Unité de conservation [UC]) utilisés dans l'analyse génétique présentée à la figure 3. ....	12
Tableau 3. Catégorisation actuelle des populations de saumons chinooks du haut Columbia (McClure <i>et al.</i> , 2003) et de l'UD du COSEPAC. Le pays correspond au lieu de fraie. ....	13
Tableau 4. Sommaire des activités d'inventaire visuel des saumons chinooks de l'Okanagan menées (dans le cadre de descentes en eau vive et à pied) par le FDONA de 2006 à 2015. Données fournies gracieusement par le FDONA. ....	16
Tableau 5. Documentation de la présence ou indice d'abondance (nombre d'individus vivants ou morts) des saumons chinooks de l'Okanagan de 1965 à 2015. Les relevés ont été effectués par un certain nombre d'organismes. « S.O. » correspond à une année où aucun relevé n'a été effectué. Données fournies par le MPO de 1965 à 2000 et par le FDONA de 2001 à 2015.....	18
Tableau 6. Sommaire des méthodes d'inventaire visuel de 2001 à 2015. Seuls les cours inférieur et moyen de la rivière ont fait l'objet de dénombrements entre 2001 et 2009 (figure 5; carte des parties de rivière où des inventaires ont été réalisés), puisque le barrage McIntyre était infranchissable dans la plupart des conditions de débit. Information fournie gracieusement par le FDONA. ....	30

Tableau 7.	Estimations <sup>1</sup> de l'échappée des populations qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia et de la population canadienne de la rivière Okanagan. ....	35
Tableau 8.	Sommaire des pratiques utilisées dans les écloséries des barrages Wells et Chief Joseph. Information fournie par le Washington Department of Fish and Wildlife. ....	36
Tableau 9.	Nombre de smolts de saumon chinook de type océanique lâchés dans le cadre des programmes des écloséries des barrages Wells et Chief Joseph par année de ponte. Les géniteurs proviennent des populations de saumons chinooks d'été du haut Columbia qui retournent en eau douce au stade adulte à l'été et à l'automne. ....	37
Tableau 10.	Pêche de saumons chinooks d'été du haut Columbia par les Colville Confederated Tribes de 2011 à 2015. Données fournies par A. Pearl (Colville Confederated Tribes). ....	40
Tableau 11.	Sources de la mortalité par pêche de saumons chinooks d'été du haut Columbia par pêche et par région. Pêche à la traîne (T), au filet (F) et récréative (R); COIV = Côte ouest de l'île de Vancouver; SEAK = Sud-est de l'Alaska. Échappée = pourcentage de poissons qui échappent aux pêches dans l'océan Pacifique et dans le fleuve Columbia, jusqu'au barrage Wells. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne). ....	43

### Liste des annexes

Annexe I.	Tableau de classification des menaces pour le saumon chinook, population de l'Okanagan .....	62
-----------	--	----

## DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

### Nom et classification

Le saumon chinook (Salmonidés : *Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum) est l'une des sept espèces du genre *Oncorhynchus* indigènes de l'Amérique du Nord (Crête-Lafrenière *et al.*, 2012). Elle est une espèce sœur du saumon coho (*O. kisutch*), et ces deux espèces constituent un des clades du genre *Oncorhynchus* (Crête-Lafrenière *et al.*, 2012).

En français, on appelle également le saumon chinook « saumon quinnat ». Le nom commun anglais est *chinook salmon*, mais les noms communs *spring salmon*, *king salmon* et *tyee* sont également utilisés (Scott et Crossman, 1973). Les peuples autochtones de l'Okanagan utilisent deux noms pour le saumon chinook du bassin de la rivière Okanagan : *ntytyix*, qui signifie « saumon royal », et *sk'lwist*, qui signifie « vieux saumon royal », que l'on utilise pour désigner les saumons chinooks qui retournent dans la rivière Okanagan plus tard dans l'année (Vedan, 2002; Armstrong, 2015).

### Description morphologique

Le saumon chinook constitue la plus grande espèce du genre *Oncorhynchus*. Les adultes de l'espèce peuvent mesurer jusqu'à un mètre de longueur et peser jusqu'à 45 kilogrammes (figure 1). Le saumon chinook se distingue des autres espèces de salmonidés par la présence de petites taches noires sur les deux lobes de la nageoire caudale et par des gencives noires à la base des dents de la mâchoire inférieure (McPhail, 2007).



Figure 1. Saumon chinook de l'Okanagan lors de la saison de fraie de 2008. Photo : Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance.

Les caractéristiques internes qui permettent de distinguer le saumon chinook des autres salmonidés sont le grand nombre de caeca pyloriques (plus de 100) et une chair de couleur variable. La couleur de la chair peut varier de blanc pâle à rouge vif; certains individus peuvent avoir une chair des deux couleurs (McPhail, 2007).

La morphologie et la coloration changent considérablement avant la fraie. Comme la plupart des autres espèces du genre *Oncorhynchus*, les saumons chinooks mâles développent une mâchoire inférieure en crochet (kype) et une bosse dorsale. La coloration pendant la fraie varie grandement entre les populations, allant d'un brun doré à noirâtre et rouge. Les femelles possèdent des caractères sexuels secondaires moins prononcés. Parmi les espèces du genre *Oncorhynchus*, les saumons chinooks femelles sont les plus fécondes (jusqu'à 10 000 œufs par individu) et elles pondent les plus gros œufs (poids frais d'un seul œuf supérieur à 400 milligrammes [mg]) [Einum *et al.*, 2003].

Les alevins et les tacons de saumon chinook se distinguent par la présence de taches latérales (marques de tacon) qui descendent bien en dessous de la ligne latérale (figure 2), la longueur des plus longues étant supérieure au diamètre vertical de l'œil (McPhail, 2007). La nageoire adipeuse est normalement non pigmentée au centre, mais est bordée de noir. La nageoire anale n'est habituellement que légèrement falquée, avec un bord antérieur blanc, et les rayons antérieurs ne dépassent pas l'insertion postérieure de la nageoire quand on les replie contre le corps. Comme les caractéristiques des juvéniles sont très variables, une identification exacte exige souvent le dénombrement des caeca pyloriques. Les alevins de saumon chinook possèdent de 135 à 185 caeca pyloriques, comparativement à 45 à 80 caeca pyloriques pour les alevins de saumon coho (McPhail, 2007).



Figure 2. Saumon chinook juvénile de l'Okanagan. Photo : Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance.

## Structure spatiale et variabilité de la population

Les populations de saumons chinooks au Canada présentent une diversité élevée (Braun *et al.*, 2016) et une solide structure (Moran *et al.*, 2013). La variation sur le plan de la génétique, du cycle vital et de l'habitat dulcicole fournit une base pour une solide structure des populations et elle serait le résultat d'événements glaciaires lors du Quaternaire (Moran *et al.*, 2013) et d'un flux génique continu caractérisé par un isolement imputable à la distance (Beacham *et al.*, 2006). Les populations de saumons chinooks en Amérique du Nord sont regroupées dans des unités de conservation (au Canada) ou des unités évolutives significatives (UES; aux États-Unis) [voir par exemple Waples, 1991; Waknitz *et al.*, 1995; Myers *et al.*, 1998; Teel *et al.*, 1999; Candy *et al.*, 2002).

La structure des populations de saumons chinooks a été décrite au moyen d'études portant sur la génétique et le cycle vital et examinant la variation de ces caractéristiques entre les populations. Par exemple, les populations sont souvent classées selon deux grands types de cycle vital (dulcicole ou océanique). Les juvéniles de type dulcicole grossissent en eau douce pendant une année (jeunes d'un an), tandis que les juvéniles de type océanique grossissent en eau douce pendant seulement deux à cinq mois (jeunes de moins d'un an) après leur émergence avant de migrer vers l'océan Pacifique. D'autres différences entre les populations sur le plan du moment de la remonte peuvent avoir une incidence sur la structure des populations. Le moment de la remonte (p. ex. printemps, été ou automne) a un certain fondement génétique (Waples *et al.*, 2004). Les populations ou les groupes de populations sont souvent classés en fonction du moment de leur remonte. Cette convention d'appellation est utilisée dans l'ensemble du présent rapport. Par exemple, pour le saumon chinook du bassin intérieur du fleuve Columbia (populations à l'est des monts Cascade), le type de cycle vital explique une grande part de la variation génétique entre les groupes de populations (Waples *et al.*, 2004). Les populations de l'Okanogan, de la Similkameen, du tronçon Hanford, de la Methow et de la Wenatchee aux États-Unis sont des populations d'été et d'automne de type océanique qui font partie de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia et qui sont génétiquement différentes des populations de saumons chinooks constituant l'UES du haut Columbia (de type dulcicole) et frayant dans plusieurs des mêmes bassins (Beacham *et al.*, 2006). Cette étude suggère que bien qu'il n'y ait aucun obstacle géographique entre les populations de ces deux UES, il existe des obstacles à la reproduction qui empêchent le mélange des populations. Les populations de type océanique de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia sont toutefois génétiquement similaires en raison du mélange d'individus entre les frayères (Davis *et al.*, 2007 – annexe B; DFO, 2008).

Des études génétiques ont été menées afin d'examiner les relations génétiques entre la population canadienne de saumons chinooks de l'Okanogan et les populations états-uniennes à proximité, y compris les populations reproductrices dans la partie du bassin de l'Okanogan aux États-Unis (rivières Similkameen et Okanogan) [Davis *et al.*, 2007]. Aucun saumon chinook n'est retourné dans la partie canadienne de la rivière Similkameen en raison d'une chute infranchissable du côté états-unien de la frontière. Plus précisément, cette étude a porté sur l'affiliation génétique de la population canadienne de saumons chinooks de l'Okanogan et a visé à déterminer si les

reproducteurs dans la rivière Okanagan constituent une petite population isolée ou font partie d'une grande métapopulation maintenue par la dispersion des adultes. Beacham *et al.* (2006) ont examiné 12 loci microsatellites d'échantillons prélevés de 2000 à 2008; le nombre et le stade de vie des échantillons ainsi que le lieu d'échantillonnage ont varié d'une année à l'autre (tableau 1).

**Tableau 1. Taille des échantillons pour l'analyse génétique des saumons chinooks de l'Okanagan afin de déterminer la différenciation génétique des populations à proximité dans le haut Columbia. Les échantillons ont été prélevés par le Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance, et les analyses génétiques ont été menées par le laboratoire de biologie moléculaire et de génétique du ministère des Pêches et des Océans (MPO).**

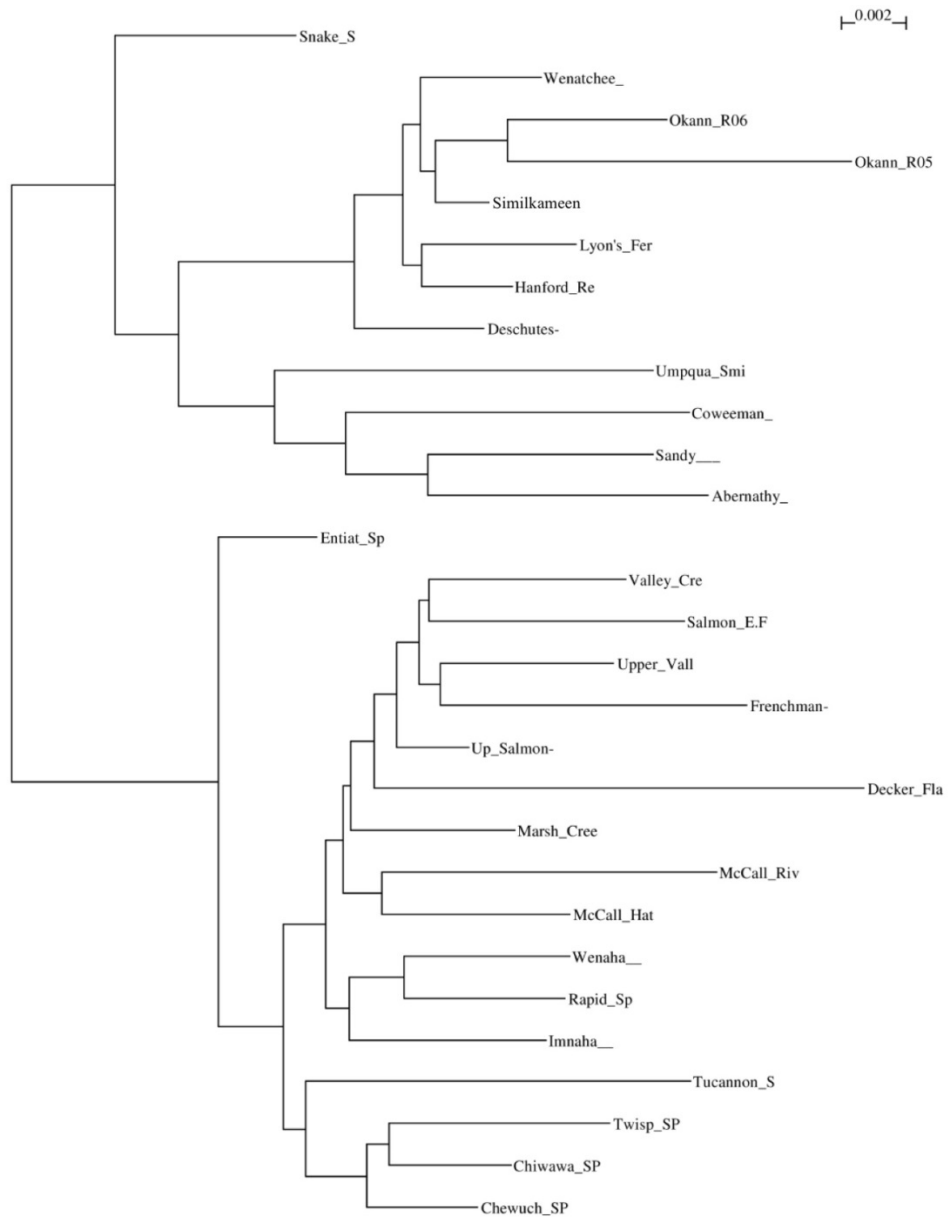
Année	N	Lieu d'échantillonnage	Stade de vie
2000	1	Rivière Okanagan	Adulte
2002	1	Rivière Okanagan	Adulte
2003	1	Rivière Okanagan	Adulte
2003	3	Lac Osoyoos	Jeune de l'année
2004	4	Rivière Okanagan	Adulte
2004	7	Lac Osoyoos	Alevin
2005	28	Rivière Okanagan	Adulte
2006	31	Rivière Okanagan	Adulte
2007	18	Rivière Okanagan	Adulte
2008	13	Rivière Okanagan	Adulte

Les affiliations génétiques entre les saumons chinooks de l'Okanagan et les populations états-uniennes à proximité ont été examinées seulement au moyen d'adultes échantillonnés en 2005 et en 2006. L'indice de fixation ( $F_{ST}$ ), une mesure de la différenciation génétique, varie de 0 (les sous-populations sont identiques sur le plan des fréquences alléliques) à 1 (les sous-populations sont entièrement différentes) [Allendorf *et al.*, 2013], et il a été utilisé pour mesurer la différenciation génétique entre les populations. La longueur des branches dans le dendrogramme de la figure 3 représente la distance génétique entre les populations (fondée sur le dendrogramme de voisinage génétique de Cavalli-Sforza et Edward); le tableau 2 fournit une liste des populations utilisées dans l'analyse. Les résultats des analyses menées par le laboratoire de génétique moléculaire du ministère des Pêches et des Océans (MPO) à Nanaimo (Davis *et al.*, 2007 – annexe B) indiquent que la population canadienne de l'Okanagan est plus étroitement apparentée aux populations de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia qui fraient dans des rivières aux États-Unis. Plus particulièrement, les saumons chinooks de l'Okanagan (Canada) sont étroitement apparentés aux saumons chinooks de la rivière Similkameen (États-Unis), comme l'indiquent le faible indice  $F_{ST}$  (0,002) et la différenciation non significative ( $p > 0,05$ ) des fréquences alléliques entre les deux populations en 2006 (Davis *et al.*, 2007 – annexe B). La longue branche de dendrogramme pour 2005 (figure 3), l'indice  $F_{ST}$  élevé (0,011) entre les rivières Okanagan et Similkameen, ainsi que la différenciation significative ( $p < 0,05$ ) des fréquences alléliques sont attribuables en partie à la petite taille de l'échantillon dans la rivière Okanagan ( $N = 28$ ) par rapport à l'échantillon prélevé dans la rivière Similkameen ( $N = 92$ ) et, en particulier, à la relation familiale étroite entre les poissons échantillonnés en 2005 (Davis *et al.*, 2007 – annexe B). Bien que le

nombre d'adultes échantillonnés dans la rivière Okanagan soit similaire pour les deux années d'échantillonnage (2006 – N = 31), la structure familiale observée est inférieure pour les échantillons de 2006. Les deux branches de dendrogramme pour la rivière Okanagan (échantillons de 2005 et de 2006) forment une grappe avec les populations de saumons chinooks de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia (figure 3). Des résultats similaires ont été observés dans le cadre d'une étude inédite axée sur l'analyse d'échantillons prélevés en 2007 (N = 18) et en 2008 (N = 13) [Davis, 2010].

La dispersion (souvent appelée « égarement ») est fréquente au sein des populations de saumons. Les adultes à nageoire adipeuse coupée présents dans les frayères constituent une preuve directe que des poissons provenant d'ailleurs que la rivière Okanagan sont présents dans cette rivière pendant la fraie. Davis *et al.* (2007) ont évalué plus en profondeur le degré d'isolement reproducteur de la population de la rivière Okanagan en comparant le degré de richesse des allèles entre les populations. Cette richesse est une mesure de la diversité allélique qui tient compte de la taille de l'échantillon (Allendorf *et al.*, 2013). La richesse allélique ( $A_R$ ) des poissons qui fraient ou naissent dans la rivière Okanagan ( $A_R = 10,2$ ) était comparable à celle de l'échantillon d'adultes en 2005 ( $A_R = 9,1$ ) et à celles de populations plus grandes à proximité dans le haut Columbia ( $A_R$  de la rivière Similkameen = 9,4,  $A_R$  de la rivière Wenatchee = 9,3). L'hétérozygotie était également similaire dans tous les groupes d'échantillons (hétérozygotie connue des reproducteurs de l'Okanagan et de leur progéniture = 85 %; hétérozygotie des adultes de l'Okanagan en 2006 = 85 %; hétérozygotie dans la rivière Similkameen = 84 %, hétérozygotie dans la rivière Wenatchee = 84 %). Ensemble, les résultats de l'étude de Davis *et al.* (2007) et d'autres sources inédites suggèrent que la population de saumons chinooks de l'Okanagan fait partie d'une grande métapopulation et reçoit des gènes de populations présentes à proximité, dont probablement la population de la rivière Similkameen (DFO, 2008).

La population canadienne de saumons chinooks de l'Okanagan est génétiquement distincte au Canada, et aucune autre population de saumons chinooks du bassin du fleuve Columbia n'est présente au Canada. Les saumons chinooks de l'Okanagan sont liés génétiquement aux populations qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia, y compris les populations des rivières Similkameen et Wenatchee (Davis *et al.*, 2007 – annexe B; DFO, 2008). En outre, il existe des preuves de flux génique de la population de la rivière Similkameen à la population de l'Okanagan. Par conséquent, la population canadienne de la rivière Okanagan devrait être considérée comme faisant partie de la grande métapopulation de saumons chinooks d'été et d'automne du haut Columbia.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

0.002 = 0,002	Coweeman_ = R_Coweeman	Marsh_Cree = Ru_Marsh
Snake_S = R_Snake	Sandy_ = R_Sandy	McCall_Riv = R_McCall
Wenatchee_ = R_Wenatchee	Abernathy_ = Ru_Abernathy	McCall_Hat = É_McCall
Okann_R06 = R_Okan_2006	Entiat_Sp = R_Entiat	Wenaha_ = R_Wenaha
Okann_R05 = R_Okan_2005	Valley_Cre = Ru_Valley	Rapid_Sp = É_R_Rapid
Similkameen = R_Similkameen	Salmon_E.F = R_Salmon_BE	Imnaha_ = R_Imnaha
Lyon's_Fer = Lyon's_Ferry	Upper_Vall = CS_R_Valley	Tucannon_S = R_Tucannon
Hanford_Re = T_Hanford	Frenchman- = Ru_Frenchman	Twisp_SP = R_Twisp
Deschutes- = R_Deschutes	Up_Salmon- = CS_R_Salmon	Chiwawa_SP = R_Chiwawa
Umpqua_Smi = R_Umpqua	Decker_Fla = P_Decker	Chewuch_SP = R_Chewuch

Figure 3. Dendrogramme de voisinage génétique de Cavalli-Sforza et Edwards (1967) fondé sur l'analyse de 12 loci microsatellites pour les populations de saumons chinooks du bassin du fleuve Columbia et du bassin de la rivière Okanagan (MPO, données inédites, 2007). Voir Candy *et al.* (2002) pour connaître les méthodes. Voir le tableau 2 pour le nom complet des populations.



**Tableau 2. Liste des populations et des groupes de populations (États-Unis – UES; Canada – Unité de conservation [UC]) utilisés dans l'analyse génétique présentée à la figure 3.**

Population	Groupe de populations	Abréviation
Rivière Snake	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_Snake
Rivière Wenatchee	UES d'été et d'automne du haut Columbia	R_Wenatchee
Rivière Okanagan 2006	UC de l'Okanagan	R_Okan_2006
Rivière Okanagan 2005	UC de l'Okanagan	R_Okan_2005
Rivière Similkameen	UES d'été et d'automne du haut Columbia	R_Similkameen
Lyon's Ferry	UES d'automne de la rivière Snake	Lyon's_Ferry
Tronçon Hanford	UES d'été et d'automne du haut Columbia	T_Hanford
Rivière Deschutes	UES d'automne de la rivière Snake	R_Deschutes
Rivière Umpqua	UES de la côte de l'Oregon	R_Umpqua
Rivière Coweeman	UES du bas Columbia	R_Coweeman
Rivière Sandy	UES du bas Columbia	R_Sandy
Ruisseau Abernathy	UES du bas Columbia	Ru_Abernathy
Rivière Entiat	UES du haut Columbia	R_Entiat
Ruisseau Valley	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	Ru_Valley
Rivière Salmon, branche est	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_Salmon_BE
Cours supérieur du ruisseau Valley	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	CS_R_Valley
Cours supérieur de la rivière Salmon, au ruisseau Frenchman	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	Ru_Frenchman
Cours supérieur de la rivière Salmon	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	CS_R_Salmon
Plaine Decker	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	P_Decker
Ruisseau Marsh	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	Ru_Marsh
Rivière McCall	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_McCall
Écloserie McCall	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	É_McCall
Rivière Wenaha, branche sud	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_Wenaha
Écloserie de la rivière Rapid	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	É_R_Rapid
Rivière Imnaha	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_Imnaha
Rivière Tucannon	UES de printemps et d'été de la rivière Snake	R_Tucannon
Rivière Twisp	UES du haut Columbia	R_Twisp
Rivière Chiwawa	UES du haut Columbia	R_Chiwawa
Rivière Chewuch	UES du haut Columbia	R_Chewuch

Voici deux éléments aux répercussions importantes sur la structure des populations de saumons chinooks : 1) les écloseries, par l'intermédiaire du mélange des populations d'origine sauvage et d'élevage en raison de la dispersion des populations d'élevage très abondantes au moment de la montaison (Williamson et May, 2005) [voir la section Menaces - Agriculture et aquaculture]; 2) les barrages, par l'intermédiaire de la perte d'habitat en amont et de changements dans les conditions de l'habitat en amont et en aval, qui ont une incidence sur la survie et le succès de reproduction (Moore *et al.*, 2010, Burnett *et al.*, 2014) [voir la section Menaces – Modifications des systèmes naturels]. Les répercussions sur la structure des populations de l'Okanagan sont dues aux écloseries et aux barrages exploités dans la partie états-unienne du bassin du fleuve Columbia.

## Unités désignables

Les lignes directrices pour reconnaître les unités désignables (UD) du COSEPAC pour le saumon chinook dans le sud de la Colombie-Britannique (COSEWIC, 2015) ont été utilisées pour déterminer l'UD pour la population de saumons chinooks de l'Okanagan.

Les saumons chinooks de la rivière Okanagan sont liés génétiquement aux populations des États-Unis à proximité qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia (Davis *et al.*, 2007). Des preuves génétiques fondées des microsatellites suggèrent que l'UES d'été et d'automne du haut Columbia est génétiquement distincte de toutes les autres populations de saumons chinooks (Beacham *et al.*, 2006). Il existe également des preuves d'adaptation locale selon lesquelles les populations qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia (populations de type océanique) ont adopté des cycles vitaux différents de ceux du groupe de populations de type dulcicole qui constitue l'UES du haut Columbia (tableau 3). Par exemple, Waples *et al.* (2004) ont constaté que même si les populations fraient dans les mêmes rivières ou dans des rivières à proximité les unes des autres, rien n'indique un flux génique entre ces deux groupes de populations. Par conséquent, les populations de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia et la population de saumons chinooks de l'Okanagan sont considérées comme constituant une métapopulation (Davis *et al.*, 2007 – annexe B). Le tableau 3 montre la structure des populations actuelle pour le saumon chinook du fleuve Columbia et l'UD proposée par le COSEPAC pour le saumon chinook de l'Okanagan (UD de l'Okanagan).

Les données historiques et quelques observations récentes de saumons chinooks adultes de type dulcicole dans le bassin de la rivière Okanagan en mars, en avril et en mai (Armstrong, 2015; Pearl et Allan, comm. pers. 2016) pourraient indiquer la présence d'une autre UD dans cette région; toutefois, aucune donnée génétique ou aucune donnée sur les reproducteurs n'appuie cette conclusion. Le présent rapport porte sur l'UD des saumons chinooks d'été de type océanique du haut Columbia qui retournent en eau douce à l'été et fraient en octobre.

**Tableau 3. Catégorisation actuelle des populations de saumons chinooks du haut Columbia (McClure *et al.*, 2003) et de l'UD du COSEPAC. Le pays correspond au lieu de fraie.**

Population	Pays	Moment de la remonte	Cycle vital	Groupe de populations
Tronçon Hanford	É.-U.	Automne	Type océanique	UES d'été et d'automne du haut Columbia
Rivière Methow	É.-U.	Été	Type océanique	UES d'été et d'automne du haut Columbia
Rivière Wenatchee	É.-U.	Été	Type océanique	UES d'été et d'automne du haut Columbia
Rivière Similkameen	É.-U.	Été	Type océanique	UES d'été et d'automne du haut Columbia
Rivière Okanogan	É.-U.	Été	Type océanique	UES d'été et d'automne du haut Columbia
Rivière Okanagan	Canada	Été	Type océanique	UD de l'Okanagan
Rivière Entiat	É.-U.	Printemps	Type dulcicole	UES du haut Columbia

Population	Pays	Moment de la remonte	Cycle vital	Groupe de populations
Rivière Methow	É.-U.	Printemps	Type dulcicole	UES du haut Columbia
Rivière Wenatchee	É.-U.	Printemps	Type dulcicole	UES du haut Columbia

## Importance de l'espèce

La population de saumons chinooks de l'Okanagan est la seule population du bassin du fleuve Columbia au Canada et elle est génétiquement distincte de toutes les autres populations de saumons chinooks au Canada. Bien que la source de la rivière Similkameen soit située au Canada, les saumons chinooks ne fraient pas dans la partie canadienne de cette rivière en raison de la présence d'une chute infranchissable. Les saumons chinooks de l'Okanagan ont déjà fait l'objet d'une pêche autochtone importante à des fins alimentaires et commerciales (Vedan, 2002). À l'heure actuelle, il existe de nombreuses stations de pêche autochtones le long de la rivière Okanagan, et celles-ci ne sont pas utilisées en raison de la faible abondance des saumons chinooks de l'Okanagan qui reviennent frayer.

## RÉPARTITION

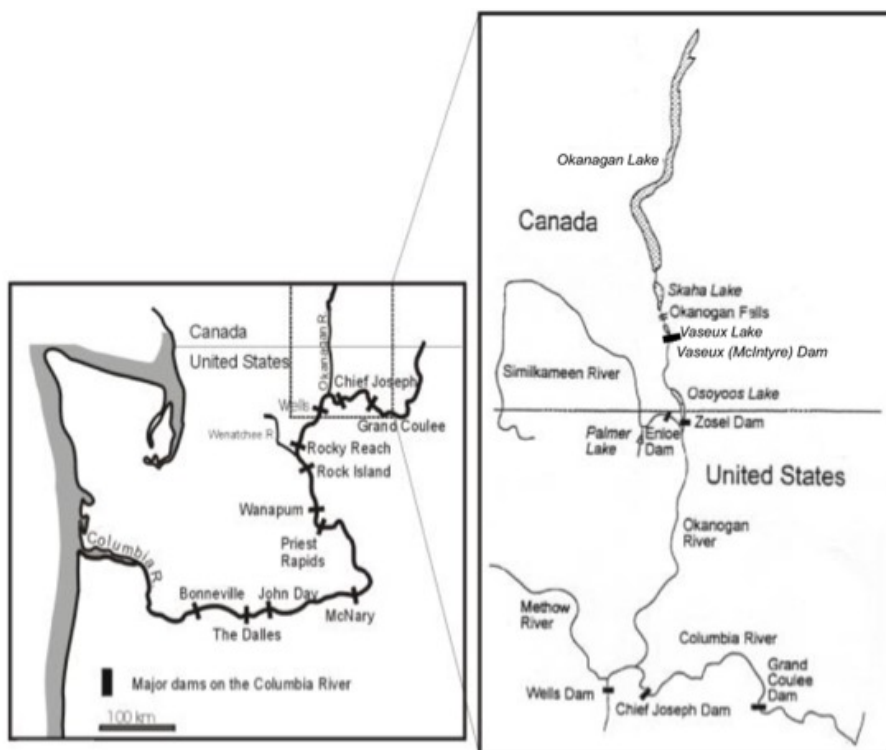
### Aire de répartition mondiale

Les saumons chinooks de l'Okanagan migrent de la rivière Okanagan au Canada à l'océan Pacifique, en passant par la partie états-unienne du fleuve Columbia. L'aire de répartition exacte des saumons chinooks de l'Okanagan en milieu océanique est inconnue; toutefois, des poissons de type océanique provenant de l'écloserie du barrage Wells, une population au sein de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia, ont été capturés le long de la côte du Pacifique, de l'Oregon à l'Alaska (Sharma et Quinn, 2012). Les saumons chinooks de type océanique passent de deux à cinq ans à grossir en milieu marin.

### Aire de répartition canadienne

Historiquement, des saumons chinooks de la rivière Okanagan ont été observés dans l'ensemble du bassin hydrographique (Vedan, 2002). Les Premières Nations ont indiqué que les saumons chinooks faisaient autrefois l'objet d'une pêche importante à Okanagan Falls (c.-à-d. au point de décharge du lac Skaha) et que les poissons pouvaient atteindre les lacs Skaha et Okanagan (Ernst, 1999; Ernst et Vedan, 2000). Ces allégations sont corroborées dans les rapports de Clemens *et al.* (1939), Gartrell (MPO, dossiers inédits, décembre 1919 et avril 1920) et de la Kelowna Fish and Game Association (MPO, dossiers inédits, août 1924). Au XX<sup>e</sup> siècle, une série de barrages et de déversoirs ont été construits dans la vallée pour le contrôle des inondations et le prélèvement d'eau à des fins agricoles. Une fois ces ouvrages construits, la limite supérieure de l'aire de répartition des saumons chinooks reproducteurs de l'Okanagan est devenue le barrage McIntyre. Toutefois, depuis

l'installation d'une échelle à poissons à ce barrage en 2009, un petit nombre (jusqu'à quatre individus) de saumons chinooks ont été observés aussi loin en amont que le chenal de Penticton, entre les lacs Skaha et Okanagan (figure 4). L'aire de répartition actuelle des saumons chinooks de l'Okanagan est semblable à l'aire de répartition historique (Ernst, 1999; Ernst et Vedan, 2000; Vedan, 2002). Le saumon chinook n'a jamais été observé dans la partie canadienne de la rivière Similkameen en raison de la présence d'une chute infranchissable de six mètres de hauteur là où le barrage Enloe a été construit (figure 4), dans la partie états-unienne de la rivière (Ernst, 2000; Vedan, 2002).



**Veuillez voir la traduction française ci-dessous :**

Unites States = États-Unis	The Dalles = Barrage The Dalles	Osoyoos Lake = Lac Osoyoos
Okanagan R. = R. Okanagan	John Day = Barrage John Day	Zosel Dam = Barrage Zosel
Chief Joseph = Barrage Chief Joseph	McNary = Barrage McNary	Palmer Lake = Lac Palmer
Wells = Barrage Wells	Major dams on the Columbia River =	Enloe Dam = Barrage Enloe
Grand Coulee = Barrage Grand Coulee	Principaux barrages sur le fleuve	Okanagan River = Rivière Okanagan
Wenatchee R. = R. Wenatchee	Columbia	Methow River = Rivière Methow
Rocky Reach = Barrage Rockey Reach	Okanagan Lake = Lac Okanagan	Wells Dam = Barrage Wells
Rock Island = Barrage Rock Island	Skaha Lake = Lac Skaha	Chief Joseph Dams = Barrage Chief Joseph
Wanapum = Barrage Wanapum	Okanagan Falls = Okanagan Falls	Columbia River = Fleuve Columbia
Priest Rapids = Barrage Priest Rapids	Vaseux Lake = Lac Vaseux	Grand Coulee Dam = Barrage Grand Coulee
Columbia R. = Fleuve Columbia	Vaseux (McIntyre) Dam = Barrage Vaseux (McIntyre)	
Bonneville = Barrage Bonneville	Similkameen River = Rivière Similkameen	

Figure 4. Carte du bassin de la rivière Okanagan en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington. Aucun saumon chinook ne peut retourner dans la partie canadienne de la rivière Similkameen en raison de la présence d'une chute infranchissable du côté états-unien de la frontière. Carte reproduite avec l'autorisation de Paul Rankin, MPO.

## Zone d'occurrence et zone d'occupation

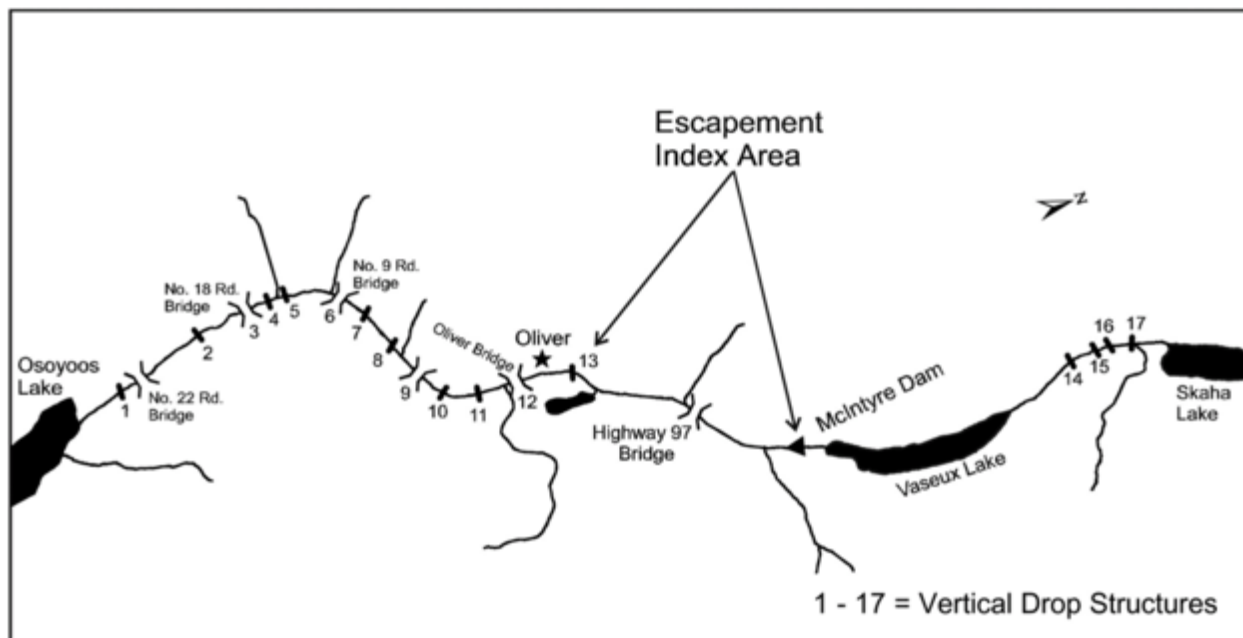
Les saumons chinooks adultes et juvéniles de l'Okanagan ont une vaste aire de répartition dans les eaux marines, et bien qu'il n'existe aucune estimation précise de la superficie de la zone d'occurrence, celle-ci est certainement supérieure à 20 000 km<sup>2</sup>. Le stade de vie en période de fraie est celui pour lequel l'aire de répartition est la plus petite. Les saumons chinooks de l'Okanagan fraient principalement dans un tronçon de huit kilomètres de longueur dans la rivière Okanagan, et ce tronçon fait l'objet d'un relevé annuel par le Fisheries Department de l'Okanagan Nation Alliance – FDONA), dans le cadre de relevés du saumon rouge (saumon sockeye) [*Oncorhynchus nerka*]. Selon la grille à carrés de 2 km de côté du COSEPAC, l'indice de zone d'occupation est estimé à 16 km<sup>2</sup>. En 2009, la quantité d'habitat de fraie et de grossissement disponible a augmenté à la suite d'activités de remise en état et de la construction d'une nouvelle échelle à poissons au barrage McIntyre. De telles activités n'ont toutefois pas donné lieu à une augmentation de la zone d'occupation puisque le nouvel habitat n'a pas fait l'objet d'une forte colonisation. En 2015, seulement 4 reproducteurs sur 112 ont été observés en amont du barrage McIntyre, et ce nombre constitue un sommet pour le tronçon en amont depuis que l'accès a été rétabli.

## Activités de recherche

Depuis 2001, le FDONA dénombre chaque année les saumons chinooks reproducteurs dans la rivière Okanagan dans le cadre de son programme de dénombrement des saumons rouges (Long, 2002; Wright et Long, 2005) [tableau 4]. Des détails sur ces relevés récents sont présentés dans la section Activités et méthodes d'échantillonnage ci-après. Les saumons chinooks ont également fait l'objet d'une pêche à la senne dans la rivière de 2003 à 2005 (Wright et Long, 2005, FDONA, dossiers inédits, 2005). Le FDONA a effectué des relevés du barrage McIntyre au pont du chemin Fairview, à Oliver (C.-B.), entre 2001 et 2010 (figure 5). Puisque le passage des poissons au barrage McIntyre est possible depuis 2009, la zone de relevé a été agrandie afin d'englober la partie de la rivière en amont du barrage Skaha à Okanagan Falls.

**Tableau 4. Sommaire des activités d'inventaire visuel des saumons chinooks de l'Okanagan menées (dans le cadre de descentes en eau vive et à pied) par le FDONA de 2006 à 2015. Données fournies gracieusement par le FDONA.**

Année	Nombre de relevés	Date de début	Date de fin
2006	12	22 sept.	3 nov.
2007	10	3 oct.	5 nov.
2008	16	17 sept.	25 nov.
2009	18	16 sept.	24 nov.
2010	15	7 sept.	4 nov.
2011	18	14 sept.	11 nov.
2012	13	19 sept.	15 nov.
2013	11	19 sept.	4 nov.
2014	9	3 oct.	6 nov.
2015	11	24 sept.	5 nov.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Escapement Index Area = Zone de l'indice de l'échappée

Osoyoos Lake = Lac Osoyoos

No. 22 Rd. Bridge = Pont du chemin 22

No. 18 Rd. Bridge = Pont du chemin 18

No. 9 Rd. Bridge = Pont du chemin 9

Oliver Bridge = Pont d'Oliver

Oliver = Oliver

Highway 97 Bridge = Pont de la route 97

McIntyre Dam = Barrage McIntyre

Vaseux Lake = Lac Vaseux

Skaha Lake = Lac Skaha

Vertical Drop Structures = Déversoirs

Figure 5. Carte illustrant les parties de la rivière Okanagan ayant fait l'objet d'un inventaire visuel par le FDONA de 2001 à 2015 (voir le tableau 6 pour obtenir des détails sur les méthodes et les parties visées). Les nombres indiquent la présence de déversoirs. Les saumons chinooks fraient principalement entre Oliver (C.-B.) et le barrage McIntyre. Carte fournie par le FDONA.

Le nombre d'observations officielles de saumons chinooks dans la rivière Okanagan avant 2001 est peu élevé. Les meilleures données (avant 2001) sont les comptes rendus historiques de la pêche du saumon chinook à Okanagan Falls (Ernst, 1999; Ernst et Vedan, 2000; Vedan, 2002), l'observation par Gartrell des saumons chinooks reproducteurs en mai (dossiers inédits de la base SEDS du MPO, 1936), les attestations de la présence de saumons chinooks dans la région figurant dans les dossiers de correspondance des années 1920 à 1999 (MPO, dossiers de correspondance inédits, Kamloops [C.-B.]), les données de capture à la senne de juvéniles dans le lac Osoyoos en 1971 (Northcote *et al.*, 1972) et les observations annuelles de reproducteurs dans la rivière faites dans le cadre des relevés de dénombrement des saumons rouges de 1965 à 2000 (dossiers inédits de la base SEDS du MPO; tableau 5). Dans l'ensemble, les activités de recherche menées entre 1965 et 2000 n'ont pas été uniformes, et la plupart des années, ces activités ont été signalées seulement si des reproducteurs étaient présents. Pour ce

qui est des années avec aucune donnée, il est impossible de déterminer si les frayères ont fait l'objet d'un relevé et aucun poisson n'a été observé ou si les frayères n'ont simplement pas fait l'objet d'un relevé.

Depuis 1956, le Washington Department of Fish and Wildlife (WDFW) effectue des relevés des frayères dans la rivière Okanogan aux États-Unis (Miller, 2004). Certaines années, des relevés ont été réalisés au moyen d'inventaires aériens des nids de fraie et d'inventaires à pied ou en bateau (chaque année depuis 1991 et de façon sporadique avant 1991). On ne sait pas si la méthode de relevé aérien a changé au fil des années.

**Tableau 5. Documentation de la présence ou indice d'abondance (nombre d'individus vivants ou morts) des saumons chinooks de l'Okanagan de 1965 à 2015. Les relevés ont été effectués par un certain nombre d'organismes. « S.O. » correspond à une année où aucun relevé n'a été effectué. Données fournies par le MPO de 1965 à 2000 et par le FDONA de 2001 à 2015.**

<b>Année</b>	<b>Documentation de la présence ou indice d'abondance</b>
1965	Présent
1966	S.O.
1967	S.O.
1968	Présent
1969	Présent
1970	S.O.
1971	Présent
1972	Non présent
1973	S.O.
1974	S.O.
1975	S.O.
1976	Présent
1977	17
1978	S.O.
1979	S.O.
1980	Présent
1981	Présent
1982	Présent
1983	S.O.
1984	Présent
1985	S.O.
1986	S.O.
1987	Présent
1988	S.O.
1989	S.O.

<b>Année</b>	<b>Documentation de la présence ou indice d'abondance</b>
1990	S.O.
1991	S.O.
1992	S.O.
1993	Présent
1994	Présent
1995	S.O.
1996	S.O.
1997	Présent
1998	Présent
1999	Présent
2000	Présent
2001	5
2002	17
2003	35
2004	25
2005	25
2006	43
2007	33
2008	44
2009	8
2010	18
2011	50
2012	20
2013	96
2014	64
2015	112

## **HABITAT**

### **Besoins en matière d'habitat**

Les saumons chinooks adultes migrent vers leur cours d'eau natal pour frayer. La montaison des saumons chinooks d'été a lieu habituellement lorsque les températures de l'eau varient entre 14 °C et 20 °C (Bjornn et Reiser, 1991). Les saumons qui rencontrent des eaux d'une température supérieure à 20 °C retardent leur montaison (Hallock *et al.*, 1970; Caudill *et al.*, 2013) et se mettent à l'abri dans les affluents froids du fleuve Columbia (c.-à-d., comportement de thermorégulation; Goniea *et al.*, 2006) jusqu'à ce que les températures du cours principal correspondent à l'optima thermique. Comme les autres poissons anadromes, les saumons chinooks peuvent atteindre leur lac ou cours



d'eau natal des semaines, voire des mois, avant la fraie. Les saumons chinooks qui arrivent tôt (du début à la mi-septembre) rencontrent des eaux à température élevée (> 18 °C) dans la rivière Okanagan.

Les frayères des saumons chinooks comprennent une grande variété de profondeurs d'eau, de vitesses d'écoulement et de substrats (voir par exemple Scott et Crossman, 1973; Healey, 1991) dans les zones de transition entre les fosses et les radiers (Bjornn et Reiser, 1991). La répartition des nids de fraie est irrégulière au sein de milieux d'apparence uniforme, ce qui suggère que d'autres facteurs pourraient être déterminants, comme la circulation de l'eau dans le gravier (Vronskiy, 1972). Cependant, dans certains cas, la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat se sont avérés des indicateurs utiles de l'habitat de fraie préféré des saumons chinooks (Gallagher et Gard, 1999). Les saumons chinooks d'été préfèrent frayer dans des eaux où la profondeur moyenne est supérieure à 0,3 m (Briggs, 1953; Collings *et al.*, 1972), où la vitesse d'écoulement varie entre 0,2 et 1,5 m/s (Vronskiy, 1972), où les températures tournent autour de 16 °C (Alderdice et Velsen, 1978), où la turbidité est faible et où la granulométrie varie entre 13 et 102 mm (Bjornn et Reiser, 1991). Les nids de fraie des saumons chinooks ont une superficie moyenne de 7 m<sup>2</sup> (Riebe *et al.*, 2014).

Les conditions d'incubation des œufs des saumons chinooks d'été comprennent les suivantes : (1) des températures de l'eau variant entre 5,0 et 14,4 °C (Bjornn et Reiser, 1991); (2) une concentration d'oxygène dissous dans le gravier supérieure à 8 mg/l; (3) une concentration faible (inférieure à 20-30 %) de sédiments fins qui peuvent remplir l'espace interstitiel et priver les œufs d'oxygène (Tappel et Bjornn, 1983).

Depuis 2001, le FDONA tient un registre des caractéristiques des sites de fraie des saumons chinooks de l'Okanagan entre Oliver (C.-B.) et le barrage McIntyre, en déterminant la taille des nids de fraie et la présence de saumons chinooks en période de halte. Les données recueillies pendant une période de sept ans indiquent que la profondeur, la vitesse d'écoulement et le substrat que préfèrent les saumons chinooks de l'Okanagan se situent dans les intervalles susmentionnés. Les saumons commencent à frayer au début d'octobre (figure 6) lorsque les températures de l'eau dans la rivière Okanagan passent à 16 °C, après le pic estival (> 18 °C) [Alderdice et Velsen, 1978].

Trois méthodes distinctes ont été utilisées pour estimer la capacité de l'habitat de fraie pour les saumons chinooks dans la rivière Okanagan : (1) la « méthode cellulaire » (capacité maximale de 4 340 couples reproducteurs) [Phillips *et al.*, 2005]; (2) la méthode d'intersection du chenal (capacité maximale de 1 460 couples reproducteurs [Phillips *et al.*, 2005]; (3) un modèle fondé sur la superficie du bassin hydrographique (capacité maximale de 1 700 couples reproducteurs [Parken *et al.*, 2006]. Ces modèles sont fondés sur la qualité moyenne de l'habitat de fraie de populations de saumons chinooks représentatives et ils surestiment donc probablement la capacité de l'habitat de fraie dans la rivière Okanagan, cet habitat étant morcelé et de faible qualité. Cela dit, il est peu probable que seul l'habitat de fraie limite actuellement l'abondance (voir les sections Taille et tendances des populations et Abondance).

	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Saumon chinook d'été de la rivière Okanogan aux États-Unis <sup>1</sup>												
<b>Lieu (date)</b>												
<i>États-Unis</i>												
Rivière Okanogan (observations historiques) <sup>2</sup>												
Ville d'Okanogan (1909) <sup>3</sup>												
Ville d'Omak (1932) <sup>3</sup>												
<i>Canada</i>												
Rivière Okanogan (observations historiques) <sup>4</sup>												
Rivière Okanogan (1936; frayères) <sup>7</sup>												
D'Oliver à Okanogan Falls (années 1960) <sup>2</sup>												
Rivière Okanogan (1965) <sup>8</sup>												
Rivière Okanogan (1968) <sup>7</sup>												
Rivière Okanogan (1969) <sup>7</sup>												
Rivière Okanogan (1976, 1981, 1982 et 1984) <sup>7</sup>												
Rivière Okanogan (1977) <sup>8</sup>												
Rivière Okanogan (1987) <sup>7</sup>												
Barrage John Day/Osoyoos Inlet (1993) <sup>5</sup>												
Rivière Okanogan (1994, 1997, 1998 et 1999) <sup>7</sup>												
Barrage McIntyre (2000) <sup>6</sup>												
Rivière Okanogan (2001) <sup>6</sup>												
Rivière Okanogan (2002) <sup>6</sup>												
Rivière Okanogan (2003) <sup>6</sup>												
Rivière Okanogan (2006) <sup>9</sup>												
Rivière Okanogan (2007) <sup>10</sup>												
Rivière Okanogan (2008) <sup>11</sup>												
Rivière Okanogan (2009) <sup>12</sup>												
Rivière Okanogan (2010) <sup>13</sup>												
Rivière Okanogan (2011) <sup>13</sup>												
Rivière Okanogan (2012) <sup>13</sup>												
Rivière Okanogan (2013) <sup>13</sup>												
Rivière Okanogan (2014) <sup>13</sup>												
Rivière Okanogan (2015) <sup>13</sup>												

<sup>1</sup>Myers *et al.*, 1998; <sup>2</sup>Smith, 2002; <sup>3</sup>Smith, 2003b; <sup>4</sup>Vedan, 2002; <sup>5</sup>MOE, 1993; <sup>6</sup>Wright et Long, 2005; <sup>7</sup>Dossiers inédits de la base SEDS du MPO; <sup>8</sup>Dossiers de correspondance de la base SEDS du MPO; <sup>9</sup>Davis *et al.*, 2008; <sup>10</sup>Davis *et al.*, 2008; <sup>11</sup>Davis, 2009; <sup>12</sup>Davis, 2009; <sup>13</sup>ONA, 2015.

Figure 6. Observations historiques et récentes de saumons chinooks dans la rivière Okanogan et quelques observations historiques dans le bassin du haut Columbia. Gris pâle = migration des adultes en eaux douces; Noir = fraie; Gris foncé = attestations de présence.

## Tendances en matière d'habitat

### Rivière Okanogan

Nombre de facteurs ont causé une réduction du nombre de milieux de qualité et de l'accès à ces milieux, notamment les prélèvements d'eau, la construction de barrages (aux fins de production d'électricité ou de dérivation) qui limitent le passage des poissons ou qui causent des dommages aux poissons en migration, et la dégradation de l'habitat par les activités industrielles, agricoles et urbaines (Raymond, 1988; Myers *et al.*, 1998). Une grande part des modifications de l'habitat sont survenues entre 1910 et les années 1950. Le chenal de la rivière Okanogan est demeuré inchangé pendant 50 ans

(Davis *et al.*, 2007; DFO, 2008), mais on a constaté récemment une tendance à l'amélioration du nombre de milieux de qualité et de l'accès à ces milieux à la suite d'activités de remise en état et d'une amélioration du passage des poissons.

Les modifications de la rivière Okanagan ont débuté en 1910 par des modifications à la décharge du lac Okanagan (Machin *et al.*, 2014). Depuis ce temps, des barrages ont été construits aux décharges du lac Okanagan (barrage Penticton), du lac Skaha (barrage d'Okanagan Falls), du lac Vaseux (barrage McIntyre) et du lac Osoyoos (barrage Zosel, aux États-Unis). Le barrage Zosel permet régulièrement le passage des poissons qui migrent en amont. De plus, le passage des poissons est possible au barrage McIntyre depuis 2009, ce qui permet aux salmonidés d'avoir accès à l'habitat en amont du lac Vaseux. Bien que cela ait augmenté la quantité d'habitat de fraie et de grossissement disponible (sur une distance de 11 km), la qualité de cet habitat est actuellement inconnue.

En plus d'une perte d'accès à l'habitat, il y a eu des pertes directes d'habitat de fraie et de grossissement dans la rivière Okanagan. La plus grande partie de la rivière entre les lacs Okanagan et Osoyoos (jusqu'à 84 %, Machin *et al.*, 2014) a été redressée, canalisée, rétrécie et endiguée dans les années 1950 (Symonds, 2000), ce qui signifie qu'il ne reste que 16 % de la rivière (4,9 km) dans un état naturel ou semi-naturel (Machin *et al.*, 2014). Bull (1999) a estimé à 91 % la perte de chenal de rivière naturel accessible et à 90 % la réduction de la végétation riveraine et de l'habitat de milieux humides (Bull *et al.*, 2000). Il existe peu de données sur la quantité d'habitat de grossissement d'été dans la rivière (c.-à-d., chenaux secondaires alimentés par les eaux souterraines) qui a été perdue. Il est probable qu'il reste peu d'habitat d'été utilisable dans les sections endiguées du chenal en raison de l'absence de chenaux secondaires et d'autres zones où l'apport d'eau souterraine pourrait avoir un effet important de modération de la température.

On ne sait pas quelles étaient les températures de l'eau dans la rivière Okanagan avant la construction des barrages sur le cours principal et les autres modifications du chenal. Actuellement, la rivière Okanagan est utilisée par les saumons chinooks reproducteurs et peut être utilisée par des juvéniles en développement pendant une période allant de quelques jours à quelques mois. Des températures d'eau élevées dans la rivière peuvent limiter la période pendant laquelle les adultes matures peuvent entrer dans la rivière, tant pour la migration que pour la fraie, et limiter la zone disponible pour les juvéniles en développement. Durant les mois d'été, les températures de l'eau dans la rivière s'approchent de la limite létale pour le saumon chinook (25 °C; Myrick et Cech, 1998), sauf dans les chenaux secondaires alimentés par les eaux souterraines (ONA, 2003). On a observé des salmonidés juvéniles dans des chenaux secondaires de la rivière quand les températures dans le cours principal étaient de 24 °C (Alexis *et al.*, 2003).

Depuis 2000, les activités de remise en état dans la rivière Okanagan visent à améliorer la quantité et la qualité de l'habitat de fraie et de grossissement pour les salmonidés. L'initiative de remise en état de la rivière Okanagan (Okanagan River Restoration Initiative – ORRI) a été lancée en 2000 afin de remettre à l'état naturel les parties canalisées de la rivière. L'ORRI a réalisé cinq projets de remise en état dans le cours principal de la rivière Okanagan de 2008 à 2013 aux fins suivantes : (1) rétablir la

connectivité des plaines inondables, (2) reconstituer les méandres de la rivière, (3) relier les chenaux secondaires et les méandres, (4) modifier les ouvrages dans la rivière pour améliorer l'habitat du poisson et (5) créer des milieux humides (Machin *et al.*, 2014).

En 2014, l'ORRI a créé une frayère de 480 m<sup>2</sup> (20 x 24 m) pour les saumons chinooks dans le chenal de Penticton, entre les lacs Skaha et Okanagan. Du gravier de taille variant entre 50 et 100 mm a été utilisé pour cette frayère (Rivard-Sirois, 2014), ce qui correspond à la gamme de taille de gravier (de 40 à 90 mm) que les saumons chinooks semblent préférer. À ce jour, on n'a observé aucun saumon chinook en train d'utiliser cette frayère. Le FDONA réalise des relevés afin de faire le décompte des saumons chinooks de l'Okanagan, d'évaluer la répartition des reproducteurs dans l'ensemble du bassin hydrographique et de déterminer si les reproducteurs utilisent ce nouvel habitat.

Jusqu'à maintenant, l'ORRI a effectué deux années de suivi du milieu aquatique après la remise en état (2013-2014), mais il y a toutefois eu une activité ciblée de suivi de la colonisation des frayères par les saumons rouges. Un suivi continu est nécessaire afin de déterminer l'efficacité de ces activités de remise en état, en particulier pour les saumons chinooks de l'Okanagan.

### Bassin du fleuve Columbia

Les barrages hydroélectriques dans le cours principal du fleuve Columbia ont modifié le corridor de migration des saumons chinooks vers la mer (juvéniles) et vers la rivière Okanagan (adultes). Le bassin du fleuve Columbia compte neuf barrages hydroélectriques : quatre sont exploités par le gouvernement fédéral (Bonneville, Dalles, John Day et McNary) et cinq sont exploités par des districts de services publics (Priest Rapids, Wanapum, Rock Island, Rocky Reach et Wells). La construction de barrages dans le fleuve Columbia a modifié les pressions de sélection sur les saumons présents dans le fleuve – les juvéniles doivent survivre au passage en aval et les adultes doivent localiser les échelles à poissons et naviguer les eaux stagnantes des réservoirs (Waples *et al.*, 2007).

Les conditions environnementales dans le fleuve Columbia sont fortement influencées par l'exploitation des barrages (Angilletta Jr. *et al.*, 2008). La présence de réservoirs entraîne une augmentation du temps de résidence de l'eau et du gain d'énergie solaire (Hamblin et McAdam, 2003), et elle crée une stratification thermique importante en amont des barrages. Une telle stratification a créé des gradients de température dans les échelles à poissons, ce qui donne lieu à des montaisons plus longues et non fructueuses pour certains saumons chinooks (Caudill *et al.*, 2013). De plus, des températures d'eau élevées dans le fleuve Columbia ont une incidence sur la prédation exercée sur les saumons juvéniles en dévalaison (Petersen et Kitchell, 2001) ainsi que sur le comportement et le taux de migration des saumons chinooks adultes (Goniaea *et al.*, 2006).

## Océan Pacifique

L'amélioration de la survie des saumons chinooks du fleuve Columbia depuis le milieu des années 1990 a coïncidé avec des conditions favorables dans l'océan Pacifique. Scheuerell et Williams (2005) ont démontré que les augmentations d'un facteur de 3 ou 4 (c.-à-d., de < 1 % à 3 ou 4 %) de la survie des saumons chinooks du stade juvénile au stade adulte sont liées aux remontées d'eau côtières par le forçage ascendant du réseau trophique marin. Les remontées d'eau froide et riche en nutriments ont donné lieu à une augmentation de la production primaire et de la production de zooplancton, ce qui a créé des conditions d'alimentation favorables pour les saumons chinooks de type dulcicole (Scheuerell et Williams, 2005). Plus récemment, le déclin de l'abondance des populations qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia dans le milieu des années 2000 a été attribué à des conditions océaniques défavorables de 2002 à 2007 (Hess *et al.*, 2014).

## **BIOLOGIE**

Les renseignements biologiques généraux présentés dans la section suivante proviennent principalement de deux sources, Healey (1991) et Myers *et al.*, (1998). Les caractéristiques de la population de saumons chinooks de l'Okanagan découlent des données récentes et limitées d'une série de rapports préparés par le FDONA, des connaissances traditionnelles autochtones (Vedan, 2002) et des mentions historiques sporadiques.

### **Cycle vital et reproduction**

#### Saumon chinook

Le cycle vital du saumon chinook compte quatre stades distincts en commençant par les œufs, qui sont déposés dans un substrat constitué de gravier et de galets dans des rivières petites ou grandes à la fin de l'été et au début de l'automne. La période d'incubation s'étend durant les mois d'automne et d'hiver, et l'éclosion et l'émergence ont lieu au printemps. Les stades juvéniles varient entre les populations. Le grossissement a lieu en eau douce pendant un an (type dulcicole) ou pendant deux à cinq mois (type océanique) après l'émergence et avant la migration vers l'océan. Les juvéniles sont habituellement planctivores en eau douce et deviennent piscivores en milieu marin.

Les adultes retournent en eau douce pour frayer après trois à sept ans en milieu marin, mais le plus souvent après quatre ou cinq ans. L'âge à maturité est mesuré à compter du moment de la ponte jusqu'à la montaison des reproducteurs. Le moment de la montaison varie (Keefer *et al.*, 2004 et Parken *et al.*, 2008). Par exemple, les populations de saumons chinooks du fleuve Fraser entrent en eau douce dès la première semaine d'avril ou peuvent attendre jusqu'à la mi-octobre (Parken *et al.*, 2008). Le moment de la montaison est corrélé avec le stade juvénile, les populations à montaison précoce étant plus susceptibles d'être dominées par des juvéniles de type dulcicole. Comme la plupart

des espèces du genre *Oncorhynchus*, le saumon chinook est sémelpare, mais des données suggèrent toutefois que les mâles de type dulcicole (tacons précoces) ayant grossi en éclosure peuvent survivre à la fraie et frayer à plus d'une reprise (Unwin *et al.*, 1999).

### Saumon chinook de l'Okanagan

Les saumons chinooks de l'Okanagan fraient à l'automne (Ernst et Vedan, 2000; Wright et Long, 2005; Armstrong, 2015), la plupart en octobre (figure 6). Les données sur le moment de la migration des saumons chinooks dans le haut Columbia sont résumées à la figure 6. La fraie des saumons chinooks est probablement déclenchée lorsque les températures de l'eau passent sous 16 °C (Healey, 1991), ce qui se produit à la fin de septembre ou au début d'octobre dans la rivière Okanagan (Hyatt et Rankin, 1999).

Historiquement, on a relevé des arrivées de saumons chinooks dans la rivière Okanagan en amont du lac Osoyoos au printemps et au début de l'été (Vedan, 2002; Armstrong, 2015). Les migrateurs printaniers auraient probablement résidé dans le lac pendant l'été et frayé à la même période que la population qui migre à l'été et à l'automne (Myers *et al.*, 1998). Les études environnementales axées sur l'ADN et menées actuellement suggèrent que l'utilisation de petits affluents par les saumons chinooks constitue une caractéristique des populations de type dulcicole (Pearl, comm. pers. 2016). Les connaissances traditionnelles autochtones confirment que les saumons chinooks de printemps de type dulcicole utilisent de petits affluents (Vedan, 2002; Armstrong, 2015). Les poissons à remonte printanière constituaient la remonte de saumons chinooks préférée puisque les poissons ont une chair plus ferme, durent plus longtemps, ont meilleur goût et sont plus gros que les poissons à remonte estivale et automnale (Armstrong, 2015). Toutefois, le faible effectif des remontes récentes et le manque d'échantillons génétiques font en sorte qu'il est difficile de déterminer si ces poissons constituent une UD distincte. Le présent rapport porte sur la population de saumons chinooks d'été de type océanique de la rivière Okanagan qui retourne en eau douce à l'été (de juin à août) et qui fraie en octobre.

On possède peu d'information sur la distribution des âges des reproducteurs dans la rivière Okanagan. Cependant, des évaluations des populations dans la rivière Okanagan ont indiqué environ 21 % de mâles de trois ans, 44 % de reproducteurs de quatre ans et 34 % de reproducteurs de cinq ans (Howell *et al.*, 1985; Chapman *et al.*, 1994). On n'a relevé aucun reproducteur de deux ans (c.-à-d. âge 1+) dans la rivière Okanagan, et seulement 1 % des reproducteurs étaient des poissons de six ans.

Dans le bassin de la rivière Okanagan, la plupart des petits saumons chinooks qui ont été capturés dans le lac Osoyoos ont été identifiés comme étant âgés de deux ans (FDONA, données inédites, 2005). Avant 2005, on avait déterminé l'âge de sept saumons chinooks adultes de la rivière Okanagan : l'un avait quatre ans (sexe inconnu) et les six autres (trois mâles et trois femelles) étaient âgés d'au moins cinq ans (Wright et Long, 2005). Pour 2005, on a déterminé l'âge de 23 saumons chinooks au total dans la rivière Okanagan : il y avait 43 % de reproducteurs de trois ans (cinq mâles et cinq femelles), 48 % de reproducteurs de quatre ans (quatre mâles et sept femelles) et 9 %

de reproducteurs de cinq ans (un mâle et une femelle) [FDONA, données inédites, 2005]. Ensemble, ces données suggèrent que l'âge à maturité dominant est probablement quatre ans, ce qui est caractéristique des populations de type océanique. Le temps de génération serait ainsi de quatre ans.

On a observé des saumons chinooks juvéniles de l'Okanagan migrant vers l'aval de la rivière Okanagan au lac Osoyoos à la fin de mai et au début de juin (Benson, comm. pers. 2015). Ce stade juvénile est souvent associé aux populations qui migrent vers l'amont à la fin de l'été et au début de l'automne.

On ne dispose d'aucune donnée sur la survie des stades de vie des saumons chinooks de l'Okanagan. En général, la survie du stade de l'œuf au stade de smolt peut être très variable pour les populations de saumons chinooks. Bradford (1995) a examiné 65 années de données sur la survie du stade de l'œuf au stade de smolt dans sept populations de saumons chinooks et a constaté que la survie est plus élevée pour le saumon chinook que pour les autres espèces du genre *Oncorhynchus* (saumon chinook de type océanique = 8,6 %, saumon chinook de type dulcicole = 6,4 %, saumon rouge = 2,0 % et saumon coho = 1,5 %). Les saumons chinooks de type dulcicole ont également démontré la variabilité interannuelle la plus élevée sur le plan de la survie du stade de l'œuf au stade de smolt (Bradford, 1995).

### Saumons résidents et résiduels

Selon certains, les saumons chinooks de l'Okanagan possèdent un cycle vital inhabituel puisque les juvéniles passent l'ensemble de leur période de développement en eau douce et qu'ils ont renoncé au cycle vital anadrome. Les saumons issus de parents anadromes qui passent tout leur cycle vital en eau douce sont qualifiés de « résiduels », tandis que les saumons issus de parents non anadromes qui passent tout leur cycle vital en eau douce sont qualifiés de « résidents ». Les saumons chinooks juvéniles résiduels (habituellement des mâles) sont communs dans le fleuve Columbia (Ford *et al.*, 2015). Aucun saumon résident en eau douce n'a toutefois été observé dans la partie états-unienne du bassin de la rivière Okanagan (c.-à-d. la rivière Similkameen). Selon une analyse génétique, les saumons capturés en 2003 à titre de résidents potentiels n'étaient pas des saumons chinooks (MPO, données inédites, 2007). De plus, l'analyse microchimique des otolites et l'analyse d'isotopes stables portant sur le tissu musculaire ont indiqué que les poissons que l'on croyait résidents en eau douce avaient en réalité migré vers l'océan et étaient restés dans les eaux littorales (Davis, 2010).

### **Physiologie et adaptabilité**

Le saumon chinook est ectotherme, ce qui signifie que les changements de la température de l'eau modifient les fonctions physiologiques (p. ex. croissance, performance natatoire, taux métabolique) qui peuvent avoir une incidence sur la survie (Farrell *et al.*, 2008). Les températures inférieure et supérieure pour une mortalité pré-éclosion de 50 % chez les embryons de saumon chinook sont de 3 °C et de 16 °C, respectivement (Alderdice et Velsen, 1978).

La percolation de l'eau dans le gravier de fraie est essentielle à la survie des œufs et des alevins, exigence qui peut être gravement compromise par l'envasement des lits de fraie (Healey, 1991). Shelton (1955) a conclu que la survie des œufs jusqu'à l'éclosion était supérieure à 97 % à des vitesses de percolation d'au moins 0,03 cm/s. Des taux d'émergence de 87 % ont été relevés chez le saumon chinook à des vitesses de percolation inférieure à 0,06 cm/s.

Le cycle vital du saumon chinook varie beaucoup entre les populations et à l'intérieur de celles-ci, comme l'illustre le niveau élevé de variabilité sur le plan de la durée des stades de grossissement en eau douce et en eau salée, de l'âge à maturité ainsi que des exigences en matière d'habitat de fraie et de grossissement (Waples *et al.*, 2001). Moran *et al.* (2013) suggèrent que de nombreuses caractéristiques du cycle vital du saumon chinook sont soit très plastiques ou labiles sur le plan évolutif. Une telle variabilité des caractéristiques du cycle vital suggère également un niveau élevé d'adaptabilité (Healey, 1991).

En Amérique du Nord, des saumons chinooks sont produits dans des écloséries depuis plus d'un siècle. Des saumons chinooks d'éclosérie ont été introduits dans une vaste gamme de rivières avec ou sans populations de saumons chinooks sauvages (Myers *et al.*, 1998). L'espèce a également été introduite avec succès dans les Grands Lacs laurentiens (Crawford, 2001) et dans des rivières de la Nouvelle-Zélande (Quinn *et al.*, 2001). Depuis leur introduction au début des années 1900 (c.-à-d. depuis environ 20 générations), les saumons chinooks ont montré une capacité d'adaptation considérable aux conditions locales partout en Nouvelle-Zélande (Quinn et Unwin, 1993).

## Déplacements et dispersion

Le déplacement des alevins vers l'aval s'effectue principalement la nuit, bien qu'un petit nombre d'alevins se déplacent durant le jour (Healey, 1991). Les saumons chinooks de type océanique fréquentent souvent les eaux littorales le long de la côte de l'Amérique du Nord. Le comportement des saumons chinooks de l'Okanagan en milieu marin n'a pas été étudié. La montaison des saumons chinooks du haut Columbia, et probablement des saumons chinooks de la rivière Okanagan, a lieu de jour (Healey, 1991), de mai à juillet (Keefer *et al.*, 2004) [figure 6]. Les saumons chinooks de la rivière Okanagan qui reviennent frayer doivent soit tolérer des températures de l'eau supraoptimales en septembre (de 16 à 22 °C) ou demeurer en aval de la rivière Okanagan jusqu'à ce que les températures atteignent environ 16 °C au début d'octobre.

Hansen (1996a, b) a observé des saumons chinooks de l'Okanagan quittant le lac Osoyoos grâce à un piège rotatif placé 300 m en aval du barrage Zosel. Les saumons chinooks de l'Okanagan n'étaient pas le groupe cible (smolts de saumon rouge), et peu d'information a été tirée de ces captures outre le fait que des alevins de saumon chinook ont été capturés dans une majorité de périodes d'échantillonnage entre le 17 avril et le 31 mai 1996. L'origine en amont des alevins capturés n'a pu être déterminée. Des alevins nouvellement émergés ont également été capturés en amont du lac Osoyoos en



avril et en mai (Wright et Long, 2005). On n'a pas relevé de smolts de saumon chinook de l'Okanagan quittant le lac Osoyoos.

## Relations interspécifiques

### Milieu dulcicole

La prédation des saumons chinooks juvéniles est fréquente. Les oiseaux et les poissons piscivores consomment des juvéniles en eau douce, dans les estuaires et dans le milieu marin (Healey, 1991). De plus, on a observé des prédateurs invertébrés tuer ou blesser des saumons juvéniles, mais la prédation par les prédateurs invertébrés à l'extérieur des éclosiers n'est pas bien connue. On a relevé des taux de mortalité de 70 à 90 % chez les alevins dans plusieurs rivières du nord-ouest de l'Amérique du Nord (Healey, 1991).

Les saumons chinooks juvéniles présents dans le lac Osoyoos peuvent être les proies du crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), de la marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*), de l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), de la perchaude (*Perca flavescens*) et de l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoide*) [Wright *et al.*, 2002]. Cependant, entre 2007 et 2009, 203 perchaudes ont été capturées aux fins d'analyse du contenu stomacal pour déterminer si elles avaient consommé des saumons chinooks juvéniles. Seulement 4 des 203 perchaudes avaient consommé des poissons et seulement une de ces quatre perchaudes avait consommé un salmonidé ou un corégonidé. Ensemble, ces données suggèrent que la perchaude n'est pas un prédateur important (probablement un compétiteur) des saumons chinooks juvéniles de l'Okanagan, mais l'incidence des autres espèces introduites comme prédateurs sur les saumons chinooks de l'Okanagan est inconnue.

Les alevins de saumon chinook se nourrissent d'insectes terrestres, de crustacés, de chironomidés, de corixidés, de phryganes, d'acariens, d'araignées, d'aphidiens, de larves de *Corethra* et de fourmis (Scott et Crossman, 1973; Healey, 1991). La communauté macrozooplanctonique du lac Osoyoos, dont les saumons chinooks de l'Okanagan en grossissement se nourrissent en partie, est dominée par les cyclopidés et les diaptomidés, avec des populations importantes de *Daphnia* et de *Bosmina* (Wright *et al.*, 2002). On a également constaté que le saumon chinook de l'Okanagan est piscivore et se nourrit d'alevins de saumon rouge (FDONA, données inédites, 2005). On ne connaît pas le degré de concurrence pour la nourriture entre les espèces cohabitantes de saumons qui grossissent dans le lac Osoyoos.

La mortalité due aux mammifères marins et aux prédateurs terrestres et aviaires a probablement augmenté depuis la construction de barrages sur le cours principal du fleuve Columbia (Myers *et al.*, 1998). Des mesures de lutte contre les prédateurs ont été réalisées sur le fleuve Columbia dans le but d'améliorer la survie des smolts en aval (Zimmerman, 1999, Zimmerman et Ward, 1999a,b) et la survie des adultes en amont (Keefer *et al.*, 2012). Le risque de prédation des saumons chinooks du haut Columbia par les pinnipèdes (otaries de Californie [*Zalophus californianus*] et otaries de Steller

[*Eumetopias jubatus*]) est faible en raison de la densité relativement faible de prédateurs pendant la période de montaison (Keefer *et al.*, 2012).

Les saumons chinooks de l'Okanagan peuvent également interagir avec les saumons rouges dans les frayères. Des augmentations récentes et importantes de l'abondance des saumons rouges de la rivière Okanagan ainsi que l'observation de la fraie de saumons rouges au-dessus des nids de fraie de saumons chinooks (c.-à-d. superposition des nids de fraie) soulèvent des préoccupations (Davis, 2010). Si une telle interaction perturbe les œufs de saumon chinook ou entraîne leur déplacement, il y aurait une réduction subséquente de la survie du stade d'œuf au stade d'alevin.

### Milieu marin

Dans le milieu marin, les saumons chinooks juvéniles se nourrissent principalement de poissons, particulièrement de harengs, et des invertébrés comme les calmars, les amphipodes, les crevettes, les euphausiacés et les larves de crabe composent le reste de leur régime (Scott et Crossman, 1973; Healey, 1991). L'abondance relative de poissons dans le contenu stomacal des saumons chinooks pêchés commercialement augmente avec la taille du poisson. En général, les différentes espèces d'invertébrés constituent une composante relativement petite du régime des saumons chinooks adultes dans l'océan, bien qu'il y ait une variation saisonnière et régionale considérable dans la composition du régime (Healey, 1991). Les périodes d'alimentation de pointe du saumon chinook dans l'océan semblent être le printemps et l'été, le printemps étant la meilleure période dans la partie sud de l'aire de répartition nord-américaine de l'espèce et l'été la meilleure période le long de la côte du Canada (Healey, 1991). Les saumons chinooks de type océanique peuvent faire concurrence aux saumons roses (*O. gorbuscha*) pendant la période de résidence en milieu marin, et Ruggerone et Goetz (2004) suggèrent que le niveau de concurrence pourrait être fonction du climat et qu'il est le plus élevé pendant les événements El Niño forts.

Les saumons chinooks adultes constituent de 70 à 80 % du régime alimentaire des épaulards résidants (*Orcinus orca*) dans l'aire de répartition d'été de ceux-ci le long de la côte de la Colombie-Britannique (Ford et Ellis, 2006; Ford *et al.*, 2015). Bien qu'aucune donnée empirique ne montre que les épaulards s'alimentent de manière sélective de saumons chinooks d'été du haut Columbia, cette UES constitue une grande part des poissons de type océanique du bassin du fleuve Columbia (McClure *et al.*, 2003) qui sont disponibles pour les épaulards qui s'alimentent dans les eaux côtières du Pacifique Nord.

## **TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS**

### **Activités et méthodes d'échantillonnage**

Depuis 2001, dans le cadre de son programme de dénombrement des saumons rouges, le FDONA dénombre également chaque année les saumons chinooks reproducteurs dans la rivière Okanagan (Long, 2002; Wright et Long, 2005). Les relevés

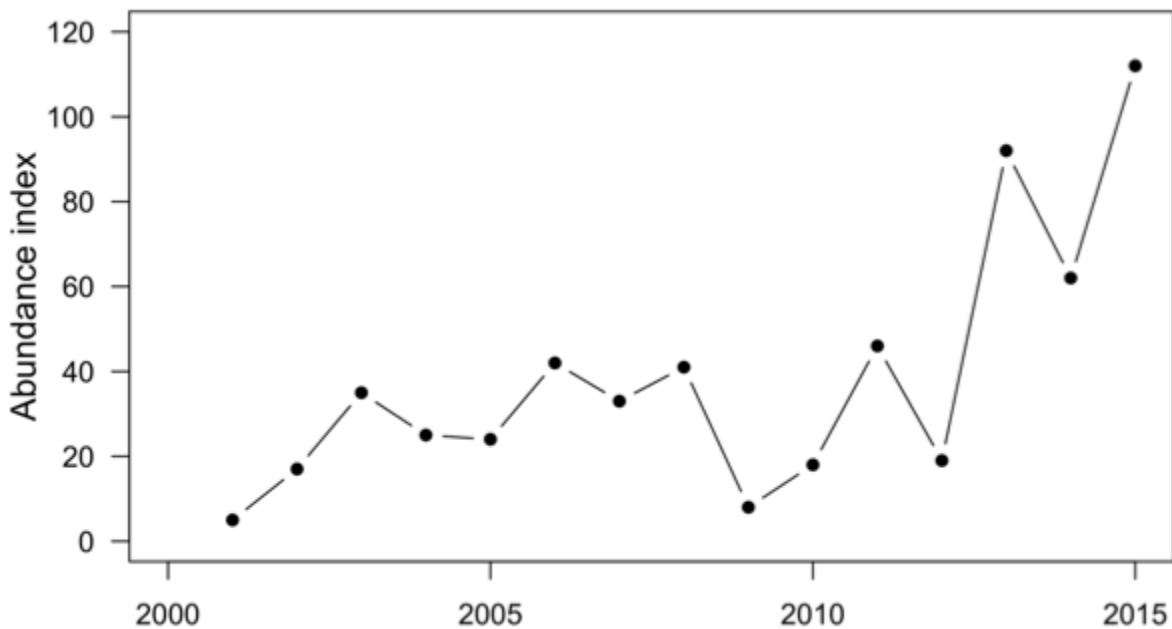
des frayères visent principalement à dénombrer les saumons rouges, mais les saumons chinooks sont également dénombrés lorsqu'ils sont observés. On suppose que les relevés chevauchent la période de fraie des saumons chinooks de l'Okanagan (Benson, comm. pers. 2015). Les méthodes de relevés comprennent des relevés à pied, des vérifications ponctuelles et des descentes en eaux vives dans certains sites et tronçons de rivière, y compris le tronçon de huit kilomètres d'habitat semi-naturel dans lequel les saumons chinooks fraient principalement (tableau 6). Les estimations de l'abondance des saumons chinooks de l'Okanagan sont fondées sur la somme des individus vivants ou morts dénombrés (Benson, comm. pers. 2015). Elles constituent probablement des surestimations de la taille réelle de la population puisque les dénombrements de chaque relevé sont additionnés et la durée des périodes entre les relevés est très inférieure à la période au cours de laquelle un saumon chinook type peut être dénombré, ce qui donne lieu à un risque élevé de double comptage. Les dénombrements de saumons chinooks de l'Okanagan durant les relevés des frayères sont susceptibles d'être très incertains en raison du faible nombre de saumons chinooks et du nombre élevé de saumons rouges qui fraient à la même période (Benson, comm. pers. 2015). L'incertitude liée aux indices d'abondance n'a pas été quantifiée. L'efficacité des observateurs (proportion des poissons observés) et la durée des relevés (période au cours de laquelle un poisson est présent dans la zone de relevé et peut y être observé) n'ont pas été estimées pour cette population. Par conséquent, aucune estimation de l'aire sous la courbe d'abondance n'a été calculée au moyen de ces dénombrements.

**Tableau 6. Sommaire des méthodes d'inventaire visuel de 2001 à 2015. Seuls les cours inférieur et moyen de la rivière ont fait l'objet de dénombrements entre 2001 et 2009 (figure 5; carte des parties de rivière où des inventaires ont été réalisés), puisque le barrage McIntyre était infranchissable dans la plupart des conditions de débit. Information fournie gracieusement par le FDONA.**

<b>Section</b>	<b>Méthode</b>	<b>Lieu de début</b>	<b>Lieu de fin</b>
Cours supérieur de la rivière	Deux méthodes de dénombrement : (1) deux chercheurs parcourent les déversoirs à pied et dénombrent les poissons du côté amont; (2) des chercheurs longent la rive droite à pied vers l'aval.	Lac Skaha	Barrage McIntyre
Cours moyen de la rivière	Deux méthodes de dénombrement : (1) une équipe de quatre personnes descend la rivière en eaux vives et une d'elles dénombre les saumons chinooks; (2) des chercheurs longent la rive gauche à pied vers l'aval.	Barrage McIntyre	Pont Fairview, à Oliver (C.-B.)
Cours inférieur de la rivière	Dénombrement effectué par deux chercheurs qui parcourent les déversoirs à pied et dénombrent les poissons du côté amont.	Pont Fairview, à Oliver (C.-B.)	Lac Osoyoos

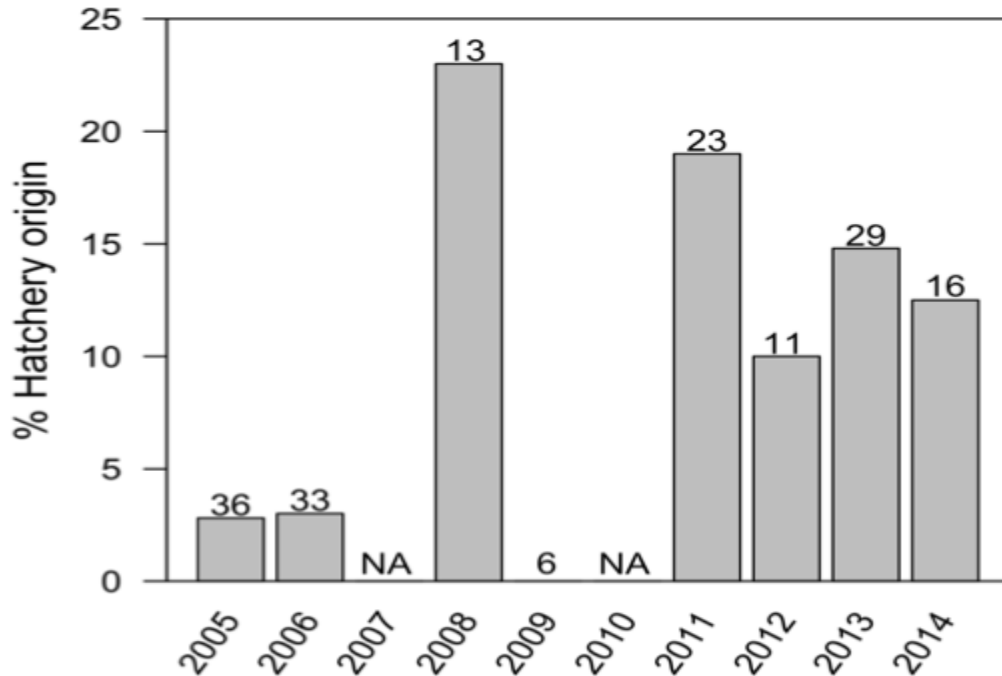
## Abondance

En 2015, l'abondance minimale des saumons chinooks reproducteurs de l'Okanagan a augmenté pour atteindre 112 individus (103 vivants et 9 morts; figure 7). Les données sur l'abondance des reproducteurs présentées à la figure 7 ne comprennent pas un petit nombre de poissons à nageoire adipeuse coupée observés durant les relevés des frayères, mais le nombre de poissons d'écloserie confirmés dans les frayères est présenté à la figure 8. Les poissons à nageoire adipeuse coupée sont probablement des individus égarés provenant de populations enrichies de poissons d'écloserie à proximité dans le haut Columbia. Il existe notamment plusieurs éléments inconnus à propos de ces individus égarés qui ont une incidence sur l'évaluation de la population de saumons chinooks de l'Okanagan. Par exemple, on ne connaît pas le programme d'élevage (intégré ou distinct) ou l'écloserie d'origine de ces individus puisqu'aucune analyse génétique n'a été effectuée sur les poissons à nageoire adipeuse coupée capturés dans la rivière Okanagan. Par conséquent, on ne sait pas si ces individus égarés ont une incidence positive (augmentation de l'abondance des poissons sauvages) ou négative (répercussions sur la génétique et la valeur adaptative; voir par exemple Araki *et al.*, 2007) sur les saumons chinooks de l'Okanagan. Les Lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées (Ligne directrice 7 – Populations augmentées) stipulent que les poissons à nageoire adipeuse coupée ne devraient pas être pris en considération lors de l'évaluation de la taille de la population adulte.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
Abundance Index = Indice d'abondance

Figure 7. Indice d'abondance des saumons chinooks qui ont remonté la rivière Okanagan de 2001 à 2015. Les poissons à nageoire adipeuse coupée ne sont pas inclus dans cet indice d'abondance (figure 8). Données gracieusement fournies par le FDONA.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
 % Hatchery Origin = % provenant d'une écloserie  
 NA = S.O.

Figure 8. Pourcentage de saumons chinooks provenant d'une écloserie capturés par le FDONA de 2005 à 2014. La taille des échantillons est présentée au-dessus des bandes. Les années sans données sont représentées par S.O. (sans objet). Données gracieusement fournies par le FDONA.

## Fluctuations et tendances

Historiquement, la population de saumons chinooks de l'Okanagan était suffisamment grande pour soutenir une importante pêche de consommation et commerciale avant l'arrivée des peuples non autochtones (Ernst et Vedan, 2000; Vedan, 2002; Armstrong, 2015) et l'effectif des remontes se chiffrait probablement à plusieurs milliers. Cependant, en 1874, on estimait que plus de la moitié de la remonte de saumons chinooks du haut Columbia (y compris la rivière Okanagan) était capturée par les pêcheurs commerciaux en aval. Dans les années 1890, l'abondance des saumons chinooks du haut Columbia a connu une diminution importante (Moore *et al.*, 2004).

Depuis 1965, la présence du saumon chinook a été notée dans le cadre des observations effectuées pendant la surveillance régulière de l'échappée du saumon rouge (tableau 5) [Northcote *et al.*, 1972; Wright et Long, 2005]. Selon Allen et Meekin (1980), la seule indication de discontinuité de la présence du saumon chinook dans le bassin de l'Okanagan a été son absence dans les échantillons prélevés au filet maillant dans le lac Osoyoos en 1972. Par contre, des saumons chinooks de l'Okanagan ont été capturés lors de l'échantillonnage au filet maillant effectué par Northcote *et al.* (1972) dans le lac Osoyoos en 1971.

Des relevés sont effectués dans les frayères des rivières Okanogan et Similkameen depuis 1956. De 1956 à 1998, les estimations de nids ont été relativement stables. Cependant, depuis 1999, les estimations ont augmenté de façon marquée (figure 9). On pense que cela est dû aux années de fort ruissellement durant la migration des smolts et à une meilleure survie océanique ces dernières années (Scheuerell et Williams, 2005; Bailey, comm. pers. 2015). Murdoch et Miller (1999) ont estimé l'échappée de reproducteurs à environ 1 300 saumons chinooks de type océanique en 1998, dont environ 47 % provenaient d'écloseries. Les comptes rendus historiques sur les saumons chinooks de la rivière Okanogan ne contiennent pas d'estimations des remontes, mais les journaux locaux mentionnaient régulièrement des années 1880 aux années 1930 des pêches de consommation importantes (Smith, 2003a,b).

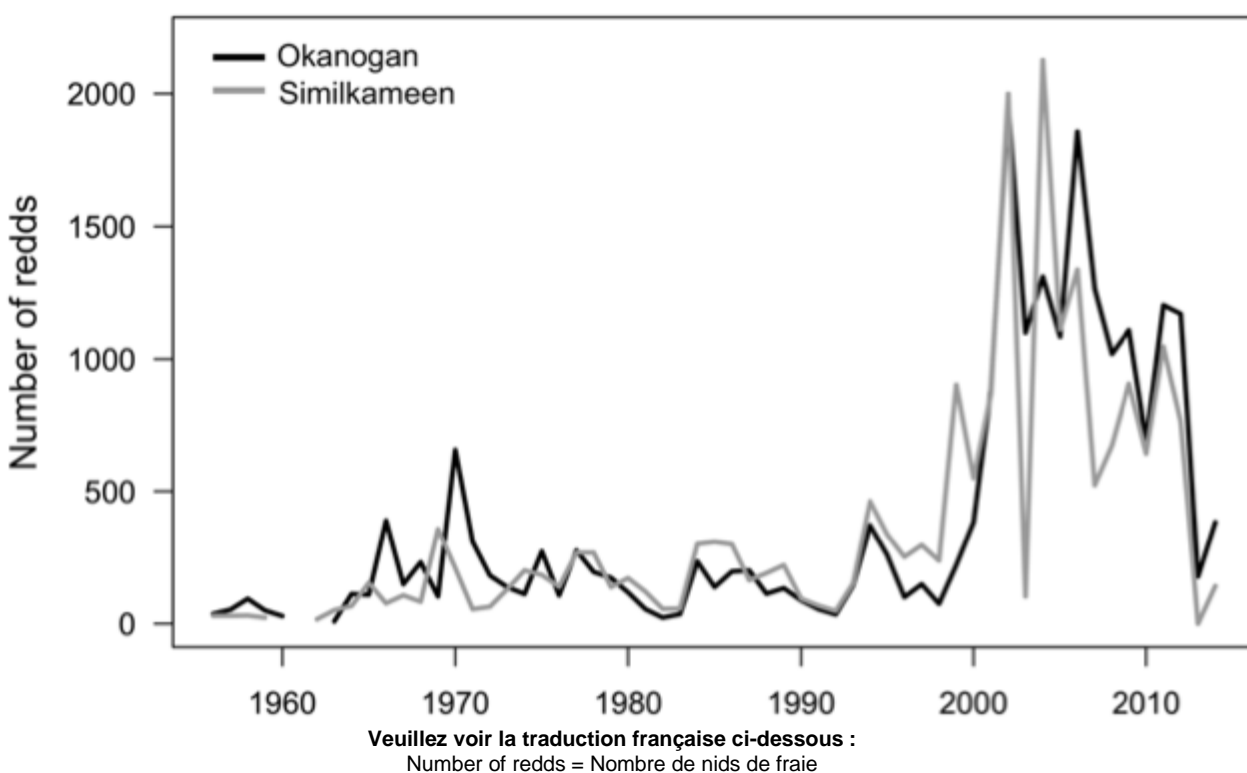


Figure 9. Dénombrements aériens des nids de fraie dans les rivières Okanogan et Similkameen de 1956 à 2014. Données fournies par M. Miller (BioAnalysts, Inc.) et A. Pearl (Colville Confederated Tribes).

## Immigration de source externe

Cinq populations (tronçon Hanford, rivière Methow, rivière Wenatchee, rivière Okanogan, rivière Similkameen) constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia (McClure *et al.*, 2003) et ont une possibilité d'immigration dans la population de saumons chinooks de la rivière Okanogan par la dispersion de colonisateurs. Les estimations de l'échappée annuelle de ces cinq populations remontent au milieu des années 1960 et ont été produites à partir des dénombrements aux échelles à poissons, des dénombrements

des nids de fraie et des relevés à pied (tableau 7). L'échappée a varié de 21 110 en 1981 à 266 328 en 2015 dans le tronçon Hanford, de 298 en 1983 à 4 630 en 2002 dans la rivière Methow, de 3 984 en 1998 à 14 330 en 2006 dans la rivière Wenatchee, et de 341 en 1992 à 13 857 en 2002 dans la rivière Okanogan. Bien que l'abondance de la population de la rivière Similkameen soit faible comparativement à celle des autres populations de l'UES d'été et d'automne du haut Columbia, plusieurs études génétiques antérieures suggèrent que les poissons qui se dispersent à partir de la rivière Similkameen ont contribué le plus au flux génique (Davis *et al.*, 2007 – annexe B).

Il existe actuellement des possibilités que des saumons chinooks d'écloserie et d'origine sauvage du haut Columbia s'égarer dans la rivière Okanogan. Keefer et Caudill (2014) ont utilisé des micromarques codées pour étudier les taux d'égarer des salmonidés d'écloserie dans le bassin de la rivière Columbia et ont constaté que les taux d'égarer des saumons chinooks de type océanique varient de 10 % à plus de 55 % (moyenne : 35 %). Les données relatives à la fraie des saumons chinooks à nageoire adipeuse coupée dans la rivière Okanogan appuient également cette conclusion (figure 8), selon laquelle le pourcentage de poissons d'écloserie dans les échantillons a augmenté au cours des dix dernières années (fourchette de 0 à 23 % des poissons échantillonnés). Les poissons de la rivière Similkameen sont étroitement apparentés aux saumons chinooks de l'Okanogan en raison de la différenciation non significative des fréquences alléliques entre les populations (figure 3). Un tel degré de parenté génétique est probablement dû à des croisements entre les populations et pourrait permettre une augmentation importante de l'abondance des saumons chinooks reproducteurs de l'Okanogan. Étant donné la grande capacité d'adaptation des saumons chinooks (voir la section Biologie) et la faible distance qui sépare la rivière Okanogan des frayères de ces populations aux États-Unis, il est possible que ces poissons égarés soient adaptés aux conditions environnementales de la rivière Okanogan. En général, il y a très peu d'habitat propice dans la rivière Okanogan (voir la section Tendances en matière d'habitat), mais l'habitat de fraie et de grossissement actuellement disponible n'est pas pleinementensemencé.

La production en écloserie dans le haut Columbia pourrait augmenter l'abondance des saumons chinooks reproducteurs de l'Okanogan. Cette production a commencé avec les écloseries des rivières Methow et Wenatchee en 1899. Au XX<sup>e</sup> siècle, on utilisait les populations de saumons chinooks locales et, parfois, du bas Columbia pour la reproduction (Mullan, 1987; Myers *et al.*, 1998). Du milieu des années 1990 au milieu des années 2000, entre 300 000 et 1 000 000 saumons chinooks de type dulcicole et de type océanique ont été ensemencés chaque année dans la rivière Okanogan (Fish Passage Center, 2004).

**Tableau 7. Estimations<sup>1</sup> de l'échappée des populations qui constituent l'UES d'été et d'automne du haut Columbia et de la population canadienne de la rivière Okanagan.**

Année	Estimations de l'échappée					
	Tronçon Hanford <sup>2</sup>	Rivière Methow <sup>3</sup>	Rivière Wenatchee <sup>4</sup>	Rivière Okanogan <sup>5</sup>	Total – UES d'été et d'automne du haut Columbia	Rivière Okanagan <sup>6</sup>
1964	29 118	S.O.	S.O.	S.O.	29 118	S.O.
1965	39 873	S.O.	S.O.	S.O.	39 873	S.O.
1966	39 096	S.O.	S.O.	S.O.	39 096	S.O.
1967	38 185	3 364	S.O.	955	42 504	S.O.
1968	35 091	3 023	S.O.	1 416	39 530	S.O.
1969	42 311	1 510	S.O.	810	44 631	S.O.
1970	28 455	3 233	S.O.	4 284	35 972	S.O.
1971	34 722	2 579	S.O.	2 232	39 533	S.O.
1972	30 500	1 491	S.O.	967	32 958	S.O.
1973	46 164	1 680	S.O.	843	48 687	S.O.
1974	45 234	1 023	S.O.	1 085	47 342	S.O.
1975	43 708	1 981	S.O.	2 049	47 738	S.O.
1976	67 758	877	S.O.	1 336	69 971	S.O.
1977	73 826	1 674	S.O.	1 749	77 249	17
1978	30 969	2 325	S.O.	2 093	35 387	S.O.
1979	34 699	2 855	S.O.	1 352	38 906	S.O.
1980	22 812	1 584	S.O.	1 314	25 710	S.O.
1981	21 110	896	S.O.	819	22 825	S.O.
1982	31 849	651	S.O.	385	32 885	S.O.
1983	58 580	298	S.O.	424	59 302	S.O.
1984	84 299	744	S.O.	2 412	87 455	S.O.
1985	128 202	753	S.O.	2 083	131 038	S.O.
1986	162 487	753	S.O.	3 298	166 538	S.O.
1987	121 243	778	9 831	1 588	133 440	S.O.
1988	116 169	440	10 389	1 392	128 390	S.O.
1989	79 410	561	12 764	1 652	94 387	S.O.
1990	56 204	1 268	9 343	788	67 603	S.O.
1991	50 730	474	7 144	480	58 828	S.O.
1992	41 269	332	9 312	341	51 254	S.O.
1993	37 254	477	7 469	1 395	46 595	S.O.
1994	62 541	961	8 006	3 572	75 080	S.O.
1995	55 208	1 107	6 178	2 738	65 231	S.O.
1996	43 249	615	4 946	5 374	54 184	S.O.
1997	47 411	697	4 719	2 189	55 016	S.O.
1998	35 393	675	3 984	1 092	41 144	S.O.
1999	30 607	986	4 376	3 617	39 586	S.O.
2000	47 960	1 550	4 396	3 701	57 607	S.O.
2001	61 361	2 763	9 142	10 857	84 123	5
2002	84 252	4 630	13 706	13 857	116 445	17
2003	110 907	3 930	9 695	3 420	127 952	35
2004	86 860	2 209	8 093	6 780	103 942	25
2005	73 089	2 561	8 184	8 890	92 724	24
2006	50 017	2 733	14 330	8 601	75 681	42
2007	S.O.	1 364	4 327	4 417	10 108	33
2008	23 336	1 947	5 380	6 974	37 637	41
2009	26 044	1 758	7 449	7 544	42 795	8
2010	S.O.	2 484	7 424	5 949	15 857	18
2011	65 724	2 917	9 818	9 680	88 139	46
2012	57 631	2 947	8 532	4 952	74 062	19
2013	174 841	S.O.	10 209	S.O.	185 050	92
2014	183 759	1 531	10 443	10 597	206 330	62
2015	266 328	S.O.	4 185	S.O.	270 513	112

<sup>1</sup>Source des données : [https://fortress.wa.gov/dfw/score/score/maps/map\\_wria.jsp](https://fortress.wa.gov/dfw/score/score/maps/map_wria.jsp)

<sup>2</sup>Estimations de l'échappée totale fondées sur les dénombrements de saumons chinooks adultes au barrage McNary, moins les dénombrements de saumons chinooks aux barrages Ice Harbor et Priest Rapids, moins les estimations de la remonte dans la rivière Yakima ainsi que les prises dans la rivière Yakima et dans le tronçon Hanford.

<sup>3</sup>Estimations de l'échappée totale fondées sur les dénombrements de nids de fraie de la confluence du fleuve Columbia à la ville de Winthrop, située en amont (RM 87,2).

<sup>4</sup>Estimations de l'échappée fondées sur les dénombrements de nids de fraie les plus élevés effectués dans le cadre de relevés à pied de 1987 à 2013. Les estimations de l'échappée de 2014 et de 2015 sont fondées sur les inventaires réalisés chaque semaine tout au long de la période de fraie.



<sup>5</sup>Estimations de l'échappée totale fondées sur les dénombrements de nids de fraie dans le cours principal des rivières Okanogan et Similkameen (affluent de la rivière Okanogan) de 1996 à 2009, en 2012 et en 2014. Les estimations de l'échappée de 1967 à 1995 et de 2010-2011 sont des estimations de l'abondance totale fondées sur les dénombrements de nids de fraie dans le cours principal de la rivière Okanogan seulement.

<sup>6</sup>Données gracieusement fournies par le FDONA.

Plusieurs écloséries produisent des saumons chinooks dans le haut Columbia. Il existe un potentiel d'immigration de poissons de type océanique (jeunes de moins d'un an) produits en éclosérie dans la population de saumons chinooks de l'Okanogan; les poissons de type dulcicole (jeunes d'un an) ne sont pas pris en considération dans le présent rapport. En général, ces écloséries comptent deux programmes aux méthodes et aux objectifs distincts. Les programmes intégrés utilisent des géniteurs sauvages pour conserver et régénérer les populations de salmonidés sauvages du haut Columbia, tandis que les programmes distincts utilisent des géniteurs d'éclosérie pour offrir d'autres possibilités de pêche et de subsistance (Pearl, comm. pers. 2016). Les individus produits aux écloséries des barrages Wells et Chief Joseph peuvent se disperser dans la rivière Okanogan et immigrer dans la population de saumons chinooks de la rivière Okanogan.

Depuis 1993, l'éclosérie du barrage Wells lâche des smolts de saumon chinook d'été et d'automne de type océanique dans le fleuve Columbia dans le cadre d'un programme distinct (tableau 8; Snow *et al.*, 2014). Chaque année, en moyenne, l'éclosérie du barrage Wells lâche 426 461 smolts (fourchette de 187 382 à 541 923; tableau 9) à nageoire adipeuse coupée et munis d'une micromarque codée. À ce jour, les poissons d'éclosérie à nageoire adipeuse coupée observés dans les frayères de la rivière Okanogan étaient probablement des poissons égarés provenant de l'éclosérie du barrage Wells, mais leur origine n'a pas été confirmée.

**Tableau 8. Sommaire des pratiques utilisées dans les écloséries des barrages Wells et Chief Joseph. Information fournie par le Washington Department of Fish and Wildlife.**

Information	Éclosérie du barrage Wells	Éclosérie du barrage Chief Joseph	
Lieu	Wenatchee, État de Washington	Bridgeport, État de Washington	
Programme	Distinct	Intégré	Distinct
Méthodes de marquage	Nageoire adipeuse coupée et micromarque codée	Nageoire adipeuse coupée, micromarque codée et transpondeur passif intégré	Nageoire adipeuse coupée, micromarque codée et transpondeur passif intégré
Origine du stock de géniteurs	Piège du chenal de l'éclosérie du barrage Wells (géniteurs d'éclosérie) et échelle à poissons du barrage Wells (géniteurs d'origine sauvage)	Rivière Okanogan (géniteurs d'origine sauvage)	Rivière Okanogan (géniteurs d'éclosérie)

Information	Écloserie du barrage Wells	Écloserie du barrage Chief Joseph	
Lieu de mise à l'eau	Fleuve Columbia, à l'écloserie du barrage Wells	Rivières Okanogan (à Omak, à Riverside et à Tonasket, État de Washington) et Similkameen	Fleuve Columbia, au barrage Chief Joseph

Remarques : Les programmes d'écloserie distincts utilisent des géniteurs d'écloserie pour offrir d'autres possibilités de pêche et de subsistance.

Les programmes d'écloserie intégrés utilisent des géniteurs d'origine sauvage pour conserver et régénérer les populations sauvages de salmonidés du haut Columbia.

Tous les poissons à l'écloserie du barrage Wells ont une nageoire adipeuse coupée et sont munis d'une micromarque codée.

Tous les poissons à l'écloserie du barrage Chief Joseph ont une nageoire adipeuse coupée, et un sous-ensemble de 100 000 poissons sont munis d'une micromarque codée.

D'autres écloseries à proximité (écloserie de la rivière Methow, bassin de grossissement Carlton, étang Dryden) lâchent des saumons chinooks d'un an.

**Tableau 9. Nombre de smolts de saumon chinook de type océanique lâchés dans le cadre des programmes des écloseries des barrages Wells et Chief Joseph par année de ponte. Les géniteurs proviennent des populations de saumons chinooks d'été du haut Columbia qui retournent en eau douce au stade adulte à l'été et à l'automne.**

Année de ponte	Écloserie du barrage Wells <sup>1</sup>	Écloserie du barrage Chief Joseph <sup>2</sup>	
	<i>Distinct</i>	<i>Intégré</i>	<i>Distinct</i>
1993	187 382	S.O.	S.O.
1994	450 935	S.O.	S.O.
1995	408 000	S.O.	S.O.
1996	473 000	S.O.	S.O.
1997	541 923	S.O.	S.O.
1998	370 617	S.O.	S.O.
1999	363 600	S.O.	S.O.
2000	498 500	S.O.	S.O.
2001	376 027	S.O.	S.O.
2002	473 100	S.O.	S.O.
2003	425 271	S.O.	S.O.
2004	471 123	S.O.	S.O.
2005	430 203	S.O.	S.O.
2006	396 538	S.O.	S.O.
2007	402 527	S.O.	S.O.
2008	427 131	S.O.	S.O.
2009	471 286	S.O.	S.O.
2010	442 821	S.O.	S.O.
2011	492 777	S.O.	S.O.
2012	S.O.	S.O.	S.O.
2013	S.O.	186 050	256 656
2014	S.O.	300 546	375 315
2015	S.O.	222 000	240 000

<sup>1</sup>Données tirées de Snow *et al.* (2014)

<sup>2</sup>Données fournies par A. Pearl (Colville Confederated Tribes)

L'écloserie du barrage Chief Joseph a commencé ses activités en 2013 et compte des programmes intégrés et distincts. Dans le cadre du programme intégré, des géniteurs d'origine sauvage sont capturés dans les rivières Okanogan et Methow et des saumons chinooks juvéniles de type dulcicole et de type océanique sont lâchés dans les rivières Okanogan (à Omak, à Riverside et à Tonasket, dans l'État de Washington) et Similkameen. Dans le cadre du programme distinct, les poissons sont lâchés exclusivement au barrage Chief Joseph, dans le fleuve Columbia. Tous les poissons ont une nageoire adipeuse coupée, et un sous-ensemble est muni d'une micromarque codée ou d'un transpondeur passif intégré (tableau 8). En 2013, en 2014 et en 2015, respectivement 186 050, 300 546 et 222 000 smolts de saumon chinook de type océanique ont été lâchés dans le cadre du programme intégré de l'écloserie du barrage Chief Joseph (tableau 9). Cette écloserie propose de lâcher entre 200 000 et 400 000 smolts de type océanique dans les rivières Okanogan et Similkameen de 2016 à 2018 (Pearl, comm. pers. 2016). Des nombres similaires de saumons chinooks de printemps de type dulcicole seront lâchés dans la rivière Okanogan de 2016 à 2019. Puisque les saumons de quatre ans constituent le cycle vital prédominant des saumons chinooks de type océanique, on prévoit que la grande majorité des poissons de type océanique lâchés en 2014 retourneront dans la rivière Okanogan et le fleuve Columbia en 2017.

Aucune autre population de saumons chinooks au Canada n'est en mesure de repeupler la population de saumons chinooks de l'Okanagan simplement en raison du manque d'accès à ce bassin hydrographique. Le transfert d'autres populations canadiennes de saumons chinooks dans la rivière Okanogan ne constitue pas une option de rétablissement viable puisqu'il n'y a aucune autre population au Canada qui migre dans le fleuve Columbia.

Il est évident que des saumons chinooks produits en écloserie se sont égarés dans la rivière Okanogan. Il est également possible que des poissons provenant de la rivière Similkameen se soient égarés dans la rivière Okanogan, mais cela n'a pas été démontré. On ne sait pas non plus si les poissons égarés ont une incidence positive (augmentation de l'abondance des poissons sauvages) ou négative (répercussions sur la génétique et la valeur adaptative) sur les saumons chinooks de l'Okanagan. Bien que les activités de remise en état aient pu donner lieu à un habitat physique convenable pour les migrants, les températures élevées de l'eau, la pollution de l'eau et les prélèvements d'eau demeurent problématiques (voir ci-après). Par conséquent, il est difficile de déterminer si ces poissons égarés peuvent atténuer le risque de disparition (immigration de source externe) de l'UD du saumon chinook de l'Okanagan.

## MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

L'impact global des menaces pesant sur les saumons chinooks de l'Okanagan est élevé à moyen (annexe 1). Les principales menaces sont décrites ci-dessous.

### Agriculture et aquaculture

Les activités de capture de géniteurs pour les écloséries du haut Columbia pourraient possiblement intercepter des saumons chinooks de la rivière Okanagan. En 2014 et en 2015, 656 saumons chinooks de la rivière Okanagan ont été capturés chaque année were aux fins de constitution d'un stock de géniteurs (Colville Confederated Tribes, 2014; idem, 2015). Pour que les cibles de lâcher de juvéniles soient atteintes, les futurs prélèvements de poissons augmenteront. Actuellement, les objectifs du programme consistent à capturer des géniteurs sauvages de la population de saumons chinooks de la rivière Okanagan. Pour le contexte, le nombre de poissons capturés pour constituer un stock de géniteurs en 2014 et en 2015 correspondait respectivement à 10 % et à 4 % du nombre de poissons capturés dans la rivière, en amont du barrage Wells (tableau 10), et probablement à moins de 0,5 % des poissons capturés dans le cadre des pêches en aval du barrage Wells les deux années.

On a montré que les écloséries ont une incidence négative sur la génétique et la valeur adaptative des populations sauvages (Araki *et al.*, 2007; Williamson *et al.*, 2010; Neff *et al.*, 2015). Ce sujet a fait l'objet d'un examen approfondi pour les populations de salmonidés, et des études montrent que même les poissons d'écloserie issus de géniteurs sauvages (programme intégré) ont une valeur adaptative est inférieure à celle des poissons sauvages (Araki *et al.*, 2008). Les répercussions sur la génétique et la valeur adaptative sont probablement plus grandes pour les programmes d'écloserie qui utilisent des géniteurs d'écloserie (programme distinct) [Araki *et al.*, 2007]. Bien entendu, il est particulièrement important de tenir compte de ces répercussions négatives lorsque l'augmentation d'effectif est importante comparativement à la taille de la population visée; dans ce cas, il s'agit du nombre de poissons égarés provenant d'écloséries à proximité par rapport à l'abondance de la population visée (saumons chinooks de l'Okanagan). Le fait de ne pas connaître le programme dans le cadre duquel les poissons d'écloserie présents dans la rivière Okanagan ont été produits met en évidence l'incertitude liée à l'origine des géniteurs et, par conséquent, l'incertitude liée aux répercussions potentielles sur les saumons chinooks de l'Okanagan. Le risque élevé de disparition liée à une petite population peut dépasser tout risque d'une augmentation d'effectif sur la génétique ou la valeur adaptative de la population; ce compromis n'a pas été étudié dans le contexte des saumons chinooks de l'Okanagan.

**Tableau 10. Pêche de saumons chinooks d'été du haut Columbia par les Colville Confederated Tribes de 2011 à 2015. Données fournies par A. Pearl (Colville Confederated Tribes).**

Année	Abondance au barrage Wells	Pêche à la senne coulissante à l'embouchure de la rivière Okanogan	Pêche au filet embrouillant et à la senne de rivage du WDFW	Casaquage en aval du barrage Chief Joseph	Plate-forme de pêche sur le fleuve Columbia (Premières Nations)	Pêche au filet et à fascines dans la rivière Okanogan	Pêche par les Colville Confederated Tribes (% de l'abondance au barrage Wells)	Taux d'exploitation estimé par année de capture (%)
2011	29 821	146	0	1 413	10	0	1 569 (5,3 %)	1,4 %
2012	38 588	1 763	75	1 384	19	0	3 241 (8,4 %)	2,1 %
2013	49 451	1 205	13	1 961	39	16	4 679 (9,5 %)	2,3 %
2014	49 255	582	0	2 330	19	270	6 313 (12,8 %)	-
2015	62 129	705	0	8 984	12	19	16 527 (26,6 %)	-

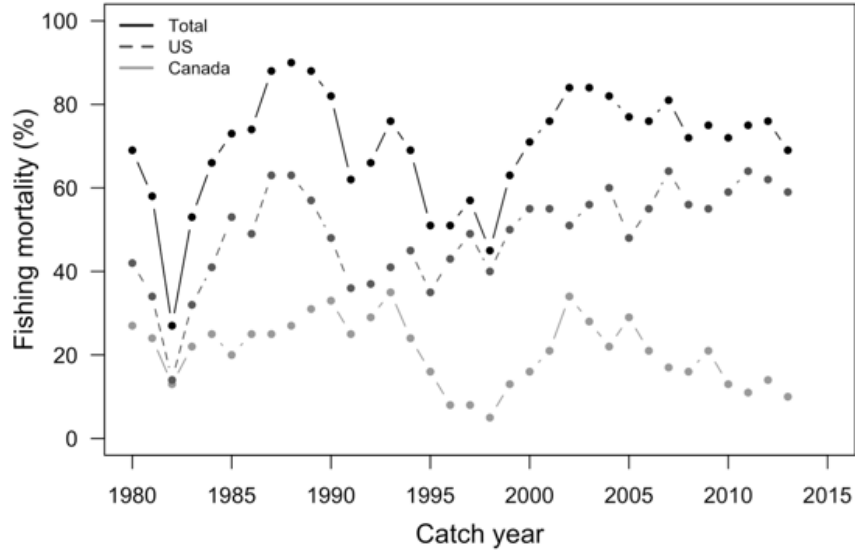
L'exploitation supplémentaire est calculée en multipliant le pourcentage de poissons qui échappent à la pêche en aval du barrage Wells (tableau 11) par le pourcentage de poissons qui échappent à la pêche par les Colville Confederated Tribes en amont du barrage Wells. Il convient de souligner que ces estimations ne tiennent pas compte de la mortalité accessoire ou des poissons qui tombent dans les turbines du barrage Wells et qu'elles supposent une pêche égale entre les classes d'âge.

## Utilisation des ressources biologiques

Les répercussions historiques et actuelles de la pêche sur les saumons chinooks de l'Okanogan sont importantes. Les saumons chinooks de l'Okanogan font partie d'un complexe de populations qui fraient dans des affluents du haut Columbia (DFO, 2008). Les populations de ce complexe sont visées par des pêches du sud-est de l'Alaska à l'embouchure du fleuve Columbia ainsi que des pêches importantes au fil de leur montaison dans le fleuve Columbia et dans la rivière Okanogan. Les saumons chinooks de l'Okanogan migrent probablement avec les saumons chinooks d'été du haut Columbia, mais aucune observation directe ne confirme cela. L'information présentée dans cette section est principalement tirée des données recueillies et analysées par la Commission du saumon du Pacifique (Parken, comm. pers. 2016).

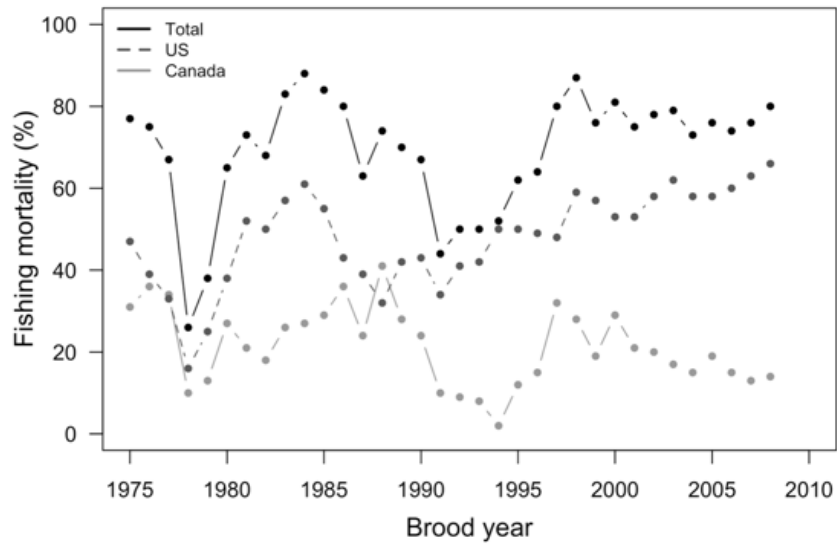
Le Comité technique mixte sur le saumon chinook (Joint Chinook Technical Committee) de la Commission du saumon du Pacifique utilise 36 populations indicatrices pour surveiller les taux d'exploitation des saumons chinooks dans l'océan (PSC, 2003). L'écloserie du barrage Wells constitue le seul indicateur d'exploitation pour les populations de saumons chinooks d'été du haut Columbia. Les taux d'exploitation font l'objet d'un suivi au moyen de micromarques codées implantées dans les juvéniles avant que ceux-ci soient lâchés à l'écloserie. Les micromarques codées récupérées dans toutes les pêches (y compris la mortalité accessoire associée) et l'échappée sont utilisées pour déterminer la taille des cohortes par année de ponte pour chaque stock indicateur. Selon ces données, la mortalité par pêche totale par année de capture (figure 10) et les taux d'exploitation par année de ponte (figure 11) sont estimés. Les mises à jour apportées au modèle de reconstitution des cohortes peuvent donner lieu à de légères différences entre les données présentées ici et l'évaluation précédente (COSEWIC, 2006); les données présentées ici devraient être considérées comme étant à jour. Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne) [Pacific Salmon Commission Coded Wire Tag Working Group, 2008]. L'incertitude dans les estimations des taux d'exploitation diminue lorsque les taux d'exploitation augmentent (c.-à-d, récupération d'un plus grand nombre de micromarques); par conséquent, les estimations pour les saumons chinooks d'été du haut Columbia se situent probablement dans la portion inférieure de la plage d'incertitude étant donné les taux d'exploitation élevés la plupart des années (Pacific Salmon Commission Coded Wire Tag Working Group, 2008).

Le taux d'exploitation global des saumons chinooks d'été du haut Columbia jusqu'au barrage Wells a été très élevé au cours des dix dernières années, se chiffrant en moyenne à 76 % (figure 10). Les taux d'exploitation au Canada par année de capture ont été constamment inférieurs à ceux aux États-Unis (Parken, comm. pers. 2016; figures 10 et 11). Entre 2004 et 2013, la pêche dans les États de Washington et de l'Oregon a compté pour près de la moitié de l'exploitation des saumons chinooks d'été du haut Columbia (taux d'exploitation de 31 à 51 %) [tableau 11]. Au Canada, les taux d'exploitation estimés les plus élevés sont enregistrés dans le nord de la Colombie-Britannique (taux d'exploitation de 4 à 14 %) et sur la côte ouest de l'île de Vancouver (taux d'exploitation de 5 à 15 %) [tableau 11]. Les taux d'exploitation totaux par année de capture ont été élevés avec une légère tendance à la baisse pour la pêche canadienne depuis 2004 (taux d'exploitation de 69 à 82 %) [figure 10], comparativement aux taux d'exploitation historiques avant 2004 (taux d'exploitation de 27 à 90 %). Lorsque les taux d'exploitation par année de capture sont résumés par pays, il semble y avoir un déclin des taux d'exploitation au Canada et une augmentation des taux d'exploitation aux États-Unis pour l'ensemble des pêches au saumon chinook dans chacun des pays (figure 10 – par année de capture et figure 11 – par année de fraie).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
 Fishing mortality (%) = Mortalité par pêche (%)  
 Catch year = Année de capture

Figure 10. Mortalité par pêche (%) des saumons chinooks d'été du haut Columbia (population indicatrice de l'éclosion du barrage Wells) par année de capture pour les pêches au Canada et aux États-Unis de 1980 à 2013. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
 Fishing mortality (%) = Mortalité par pêche (%)  
 Total = Total  
 US = États-Unis  
 Canada = Canada  
 Brood year = Année de ponte

Figure 11. Mortalité par pêche (%) des saumons chinooks d'été du haut Columbia (population indicatrice de l'éclosion du barrage Wells) par année de ponte pour les pêches au Canada et aux États-Unis de 1975 à 2008. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne).

**Tableau 11. Sources de la mortalité par pêche de saumons chinooks d'été du haut Columbia par pêche et par région. Pêche à la traîne (T), au filet (F) et récréative (R); COIV = Côte ouest de l'île de Vancouver; SEAK = Sud-est de l'Alaska. Échappée = pourcentage de poissons qui échappent aux pêches dans l'océan Pacifique et dans le fleuve Columbia, jusqu'au barrage Wells. Données fournies par C. Parken (MPO). Les estimations de l'incertitude pour les taux d'exploitation présentent un écart-type de 20 à 50 % (par rapport à l'estimation moyenne).**

Année	Gestion fondée sur l'abondance globale										Gestion fondée sur les stocks individuels						États-Unis (États de Washington et de l'Oregon)			Échappée	
	Nord de la C.-B.		COIV		Centre de la C.-B.			Détroit de Georgia			Nord de la C.-B.		COIV		SEAK			T	F		R
	T	R	T	R	T	F	R	T	F	R	F	R	F	R	T	F	R	T	F		R
1977	De 1977 à 1979, le programme de micromarques codées pour ce stock n'a pas visé toutes les cohortes. Par conséquent, les statistiques sommaires n'ont pas été déclarées.																				
1978																					
1979																					
1980	9 %	0 %	11 %	0 %	2 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	29 %	1 %	1 %	2 %	8 %	2 %	31 %
1981	8 %	0 %	7 %	0 %	3 %	0 %	2 %	0 %	1 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	26 %	0 %	1 %	1 %	5 %	2 %	42 %
1982	5 %	0 %	5 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	9 %	0 %	0 %	1 %	3 %	1 %	73 %
1983	12 %	0 %	4 %	0 %	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	23 %	0 %	0 %	1 %	7 %	0 %	47 %
1984	11 %	0 %	9 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	21 %	1 %	0 %	0 %	16 %	2 %	34 %
1985	8 %	0 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	16 %	3 %	0 %	1 %	29 %	4 %	27 %
1986	8 %	0 %	13 %	0 %	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	10 %	1 %	0 %	2 %	32 %	4 %	26 %
1987	13 %	0 %	9 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	19 %	2 %	0 %	2 %	36 %	4 %	12 %
1988	10 %	0 %	14 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	11 %	2 %	0 %	2 %	44 %	3 %	10 %
1989	14 %	0 %	13 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	14 %	1 %	0 %	7 %	33 %	2 %	12 %
1990	11 %	0 %	19 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	15 %	0 %	1 %	5 %	25 %	3 %	18 %
1991	7 %	0 %	14 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	9 %	1 %	2 %	5 %	14 %	5 %	38 %
1992	5 %	0 %	19 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %	0 %	1 %	14 %	1 %	0 %	4 %	12 %	6 %	34 %
1993	8 %	0 %	24 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	3 %	15 %	6 %	24 %
1994	10 %	2 %	9 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %	14 %	3 %	0 %	0 %	17 %	11 %	31 %
1995	3 %	0 %	12 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	14 %	0 %	3 %	1 %	12 %	5 %	49 %
1996	2 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	10 %	1 %	0 %	3 %	23 %	7 %	49 %
1997	4 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	18 %	1 %	6 %	4 %	14 %	8 %	43 %
1998	1 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17 %	3 %	3 %	2 %	9 %	6 %	55 %
1999	7 %	1 %	0 %	3 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	20 %	0 %	4 %	6 %	12 %	8 %	37 %
2000	1 %	2 %	5 %	6 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	33 %	2 %	4 %	3 %	7 %	5 %	29 %
2001	1 %	1 %	15 %	3 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	19 %	3 %	2 %	19 %	4 %	9 %	24 %
2002	14 %	2 %	15 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	27 %	0 %	2 %	10 %	4 %	8 %	16 %
2003	13 %	2 %	11 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	31 %	1 %	1 %	7 %	7 %	9 %	16 %
2004	6 %	2 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17 %	1 %	1 %	10 %	13 %	17 %	18 %
2005	10 %	4 %	13 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %	0 %	1 %	8 %	12 %	12 %	23 %
2006	6 %	1 %	11 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17 %	1 %	1 %	3 %	17 %	16 %	24 %
2007	3 %	3 %	8 %	2 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %	3 %	2 %	5 %	13 %	25 %	19 %
2008	2 %	1 %	8 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %	13 %	0 %	0 %	4 %	25 %	14 %	28 %
2009	4 %	1 %	6 %	7 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	16 %	1 %	1 %	2 %	23 %	12 %	25 %
2010	2 %	2 %	7 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	0 %	2 %	8 %	28 %	11 %	28 %
2011	2 %	2 %	3 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	13 %	0 %	1 %	4 %	29 %	17 %	25 %
2012	4 %	1 %	5 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	14 %	1 %	1 %	9 %	15 %	22 %	24 %
2013	3 %	1 %	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %	0 %	0 %	6 %	29 %	16 %	31 %
2014	Les données sur l'échappée ne sont pas encore disponibles pour 2014.																				



La pêche de saumons chinooks en amont du barrage Wells n'est pas prise en compte dans les estimations des taux d'exploitation de la Commission du saumon du Pacifique. Des saumons chinooks sont capturés dans le cadre de cinq pêches menées dans le cours principal du fleuve Columbia et dans la rivière Okanogan (tableau 10). Les taux de capture des poissons qui franchissent le barrage Wells ont varié de 5,3 à 26,6 % de 2011 à 2015 (tableau 10). Au cours de la même période, l'abondance des saumons chinooks d'été du haut Columbia en amont du barrage Wells et les taux de pêche ont augmenté constamment. Les abondances et les taux de pêche sont susceptibles d'augmenter étant donné les lâchers prévus de saumons chinooks juvéniles de l'écloserie du barrage Chief Joseph. L'ajout de cette pêche aux taux d'exploitation totaux par année de capture entraîne une augmentation des estimations des taux d'exploitation par des facteurs de 1,4 en 2011, de 2,1 en 2012 et de 2,3 en 2013 (tableau 10). Il convient de souligner que ces estimations ne tiennent pas compte de la mortalité accessoire ou des poissons qui tombent dans les turbines du barrage Wells, qu'elles supposent une pêche égale entre les classes d'âge et, par conséquent, qu'elles fournissent une estimation grossière de l'exploitation supplémentaire.

Les autres pêches dans le cadre desquelles des saumons chinooks peuvent être capturés en tant que prises accessoires n'ont pas été prises en compte dans aucune des données sur les taux d'exploitation et de pêche présentées ici. Un nombre substantiel de saumons chinooks peuvent être interceptés en tant que prises accessoires dans le cadre de la pêche du poisson de fond du Pacifique (gérée par le Conseil de gestion des pêches du Pacifique [Pacific Fishery Management Council]), de la pêche du poisson de fond dans le golfe d'Alaska, la mer de Béring et la région des îles Aléoutiennes (gérée par le Conseil de gestion des pêches du Pacifique Nord [North Pacific Fishery Management Council] [Dygert, 2012] et la pêche de la sardine du Pacifique (gérée par le Conseil de gestion des pêches du Pacifique). Dans le cadre de la pêche dans la mer de Béring et la région des îles Aléoutiennes, le nombre de prises accessoires de saumon chinook peut atteindre 129 000 poissons (en 2007) [Dygert, 2012]. L'incidence de ces pêches sur les saumons chinooks d'été du haut Columbia est inconnue. Il n'existe aucun sommaire des prises accessoires de saumon chinook dans le cadre des pêches canadiennes (Parken, comm. pers. 2016).

## **Modifications des systèmes naturels**

### Incendies et suppression des incendies

Les feux de friches sont fréquents dans la vallée de l'Okanagan. La fréquence et la gravité des feux dans la région devraient augmenter (Nitschke et Innes, 2008), et ils constituent donc une menace potentielle pour l'habitat et les salmonidés de la rivière Okanagan. Des recherches récentes suggèrent que les feux de friches peuvent générer une hétérogénéité thermique dans les écosystèmes aquatiques et accroître la température des cours d'eau (Amaranthus *et al.*, 1989; Isaak *et al.*, 2010), donnant ainsi lieu à des conditions environnementales qui peuvent causer un stress bioénergétique chez les salmonidés (Beakes *et al.*, 2014). De plus, l'utilisation de produits chimiques ignifuges et d'agents de neutralisation peut poser un risque pour la santé des écosystèmes aquatiques

(Backer *et al.*, 2004). Aucune étude n'a été menée à ce jour sur l'incidence des feux de friches et des pratiques de suppression sur les saumons chinooks de l'Okanagan.

### Barrages

Les saumons chinooks de la rivière Okanagan parcourent plus de 990 km dans le fleuve Columbia pour se rendre dans l'océan et en revenir, et ils franchissent pour ce faire neuf barrages hydroélectriques. L'incidence des barrages sur la migration et la survie des salmonidés est bien connue (Nehlsen *et al.*, 1991; Caudill *et al.*, 2007; Burnett *et al.*, 2014). Par exemple, Caudill *et al.* (2007) montrent que les saumons chinooks adultes de la rivière Snake en montaison ralentissent leur migration à proximité des barrages hydroélectriques, ce qui entraîne une augmentation de la mortalité. Caudill *et al.* (2007) ont évalué le pourcentage de migrants qui franchissent chaque barrage, et quatre de ces barrages (Bonneville, Dalles, John Day et McNary) sont également franchis par les saumons chinooks de la rivière Okanagan. Les taux de mortalité associés aux barrages communs aux deux populations étaient les plus élevés (de 6 à 13 %) parmi les huit barrages examinés. Il convient de souligner que ces estimations de la mortalité ne représentent pas la mortalité cumulative (c.-à-d. mortalité totale pendant la migration). Dans une autre étude, Ferguson *et al.* (2005) ont estimé à 15 à 20 % la mortalité totale pendant la migration des saumons chinooks adultes de la rivière Snake dans le même réseau de barrages. Il est raisonnable de supposer que ces estimations de la mortalité totale pendant la migration pourraient être similaires pour les saumons chinooks de l'Okanagan.

Les taux de mortalité à chaque barrage des smolts de saumon chinook de type dulcicole en dévalaison varient entre 9 à 14 % (résumé dans Moore *et al.*, 2004), ce qui suggère qu'environ 26 à 43 % des smolts qui quittent la rivière Okanagan franchissent le barrage Bonneville. De telles estimations de la mortalité pendant la migration sont une combinaison de la mortalité naturelle et de la mortalité liée aux barrages. Bien qu'il soit difficile de distinguer ces deux sources de mortalité, un nombre important de travaux fournissent des preuves du fait que la présence de barrages le long des corridors de migration a une incidence négative sur la survie des salmonidés.

### Prélèvement d'eau

Le bassin de la rivière Okanagan est situé dans une région semi-aride de la Colombie-Britannique et il connaît des conditions de sécheresse tout au long de l'année, les précipitations annuelles se chiffrant entre 300 et 400 mm. Par conséquent, la gestion de l'eau présente des défis de longue date dans le bassin hydrographique. Plus précisément, les compromis entre les demandes d'eau pour l'industrie agricole importante sur le plan économique, pour le contrôle des inondations et pour les poissons ont été difficiles à gérer (DFO, 2008). Entre 1982 et 1997, les cas de non-conformité aux niveaux des lacs et des rivières précisés dans l'Okanagan Watershed Implementation Agreement étaient fréquents. Cela a donné lieu à une initiative de gestion des eaux visant à améliorer la prise de décisions au profit des poissons dans le cours principal des rivières et dans les lacs (Hyatt et Stockwell, 2013). Dans le cadre de ce processus, un outil de gestion des eaux et des poissons a été mis au point pour améliorer la conformité. Hyatt *et al.* (2015) montrent

que l'utilisation de l'outil de gestion des eaux et des poissons a considérablement amélioré la gestion des eaux au cours d'une période de 11 ans (de 2003 à 2013) en augmentant la fréquence des débits sans danger pour les poissons tout en réduisant au minimum les dommages aux structures de gestion de l'eau, aux zones agricoles et aux zones riveraines. Bien qu'il y ait eu des améliorations importantes apportées à la gestion des eaux depuis 2002, les prélèvements d'eau demeurent une menace importante pour les salmonidés de la rivière Okanagan, en particulier dans le contexte de changements climatiques et des demandes d'eau croissantes des humains (Merritt *et al.*, 2006) [voir la section Menaces – Changements climatiques].

## Espèces et gènes envahissants ou problématiques

La crevette d'eau douce envahissante, *Mysis diluviana*, a été introduite dans le bassin de la rivière Okanagan. Le *M. relicta* est présent dans le lac Osoyoos au moins depuis 1998 (Hyatt et Rankin, 1999) et provient des lacs d'amont, où il est bien établi. Il y a habituellement une tendance à la baisse des populations de poissons limnétiques après envahissement des eaux par le *M. relicta* (Lasenby *et al.*, 1986), ce qui a déjà été établi pour les populations de saumons rouges dans le lac Okanagan. Bien que les saumons chinooks se trouvent plus souvent dans les zones littorales et se nourrissent moins de zooplancton (c.-à-d. d'où une moins forte compétition avec les mysidés), ce comportement n'a pas été établi pour le lac Osoyoos, où la zone littorale est probablement inaccessible durant une bonne partie de la saison de croissance en raison des températures élevées de l'eau (FDONA, données inédites, 2005). Peu de données sont disponibles sur les répercussions potentielles de *M. relicta* sur la courte période de résidence en eau douce des saumons chinooks juvéniles.

Le myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*), une plante exotique envahissante, s'est répandu rapidement dans les zones littorales de l'Okanagan et fournit un habitat supplémentaire pour des espèces prédatrices exotiques chassant à l'affût, comme l'achigan à grande bouche (Wright *et al.*, 2002). Cependant, aucune recherche à ce jour n'a porté sur les relations entre le myriophylle à épi, les espèces prédatrices chassant à l'affût et les saumons chinooks juvéniles de l'Okanagan.

Treize espèces de poissons envahissantes pourraient consommer des saumons chinooks juvéniles, mais seule la perchaude a été évaluée. Le contenu stomacal de 203 perchaudes a révélé que cette espèce ne constitue pas un prédateur important des saumons chinooks juvéniles (voir la section Biologie – Relations interspécifiques).

Les cyanobactéries peuvent être une espèce indigène problématique pour les salmonidés dans les lacs du bassin de la rivière Okanagan (Andrusak *et al.*, 2005). Les rapports azote/phosphore ont tendance à soutenir la dominance de ce groupe de plancton (Cumming *et al.*, 2015). Le zooplancton ne consomme habituellement pas de cyanobactéries, et la dominance des cyanobactéries dans la communauté phytoplanctonique peut limiter la croissance du zooplancton (Stockner et Shortreed, 1989). La faible croissance des communautés de zooplancton peut donner lieu à une réduction de la disponibilité de la nourriture pour les communautés de poissons (Stockner et

Shortreed, 1989). Toutefois, les répercussions d'une communauté de phytoplancton dominée par les cyanobactéries sur les saumons chinooks juvéniles n'ont pas été évaluées.

## **Pollution**

La qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Okanagan s'est améliorée de 1990 à 2007 (Dessouki, 2009), toutefois les conditions demeurent mauvaises et peuvent nuire aux saumons chinooks de l'Okanagan. Les principales causes des problèmes de qualité de l'eau dans la rivière Okanagan et le lac Osoyoos comprennent les eaux usées des collectivités de la vallée de l'Okanagan et les effluents agricoles à proximité et en amont des deux plans d'eau (Dessouki, 2009). L'été, les températures de l'eau sont supérieures aux lignes directrices de la Colombie-Britannique concernant la vie aquatique (voir les sections Besoins en matière d'habitat et Menaces – Changements climatiques). L'oxygène dissous dans le lac Osoyoos a diminué à quatre sites de surveillance de 2011 à 2014, et il existe des preuves d'une augmentation des concentrations d'azote et de phosphore dans l'ensemble du lac (Self et Larratt, 2014). Aucune recherche effectuée à ce jour n'a établi de lien entre les mesures de la qualité de l'eau et des répercussions sur les saumons chinooks de l'Okanagan.

Les répercussions de la pollution par les plastiques dans le milieu marin sur les poissons constituent une nouvelle préoccupation (Wilcox *et al.*, 2016). Des études récentes ont montré des répercussions de ces plastiques sur la survie des œufs et le comportement des juvéniles (Lonnstedt et Eklov, 2016). Cependant, l'exposition aux plastiques et leurs répercussions sur les saumons chinooks dans le milieu marin n'ont pas été étudiées.

## **Changements climatiques et conditions météorologiques extrêmes**

Selon divers scénarios de changements climatiques, Merritt *et al.* (2006) ont prévu une augmentation des températures dans la rivière Okanagan, soit de 1,5 à 4,0 °C en hiver et de 2 à 4 °C en été. Des changements des températures hivernales pourraient avoir une incidence sur la survie du stade de l'œuf au stade d'alevin par l'intermédiaire de changements dans les taux de développement et dans le moment de l'éclosion et de l'émergence des juvéniles. Les températures actuelles dans le fleuve Columbia durant la migration et dans la rivière Okanagan durant la fraie sont élevées pour les saumons chinooks (c.-à-d. > 18 °C) [migration - Caudill *et al.*, 2013; fraie – Water Survey Canada, Station 08NM247). D'autres augmentations de la température pourraient entraîner une augmentation de la mortalité avant la fraie et une réduction du succès de reproduction. Les prévisions hydrologiques de Merritt *et al.* (2006) suggèrent des volumes d'écoulement annuels réduits, ce qui aura probablement des répercussions négatives sur les saumons chinooks de l'Okanagan par l'intermédiaire d'une augmentation des températures durant la fraie et l'incubation ainsi qu'au moment de l'émergence, de même que par une réduction de la disponibilité de l'eau aux fins agricoles et domestiques.

## **Facteurs limitatifs**

### Habitat

Les facteurs limitatifs concernant l'habitat des saumons chinooks de l'Okanagan sont abordés dans la section Tendances en matière d'habitat. En bref, ils comprennent : (1) la perte d'accès à l'habitat en raison de la construction de barrages dans la rivière Okanagan; (2) les pertes directes importantes d'habitat de fraie et de grossissement en raison du fait que la rivière Okanagan a été redressée, canalisée, rétrécie et endiguée; (3) les températures de l'eau supérieures à l'optima thermique; (4) les pertes directes de juvéniles et d'adultes dues aux blessures et à la prédation aux barrages du fleuve Columbia et dans leurs retenues; (5) les répercussions écologiques inconnues des espèces envahissantes, y compris plusieurs espèces de poissons compétitives et prédatrices, le myriophylle à épi (plante) et *Mysis relicta* (crustacé planctonique) dans le lac Osoyoos.

### **Nombre de localités**

La répartition des reproducteurs de 2010 à 2015 indique que de 96 à 100 % des saumons chinooks de l'Okanagan fraient en aval du barrage McIntyre (tableau 6) en octobre (Benson, comm. pers. 2015). Les déversements de produits chimiques, les glissements de terrain ou tout autre événement important qui pourrait compromettre suffisamment la qualité de l'eau pour causer une mortalité de masse à cette localité précise donneraient lieu à un risque important pour la population. Par conséquent, il y a une localité pour les saumons chinooks de l'Okanagan.

## **PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS**

### **Statuts et protection juridiques**

En mai 2005, dans une évaluation d'urgence, le COSEPAC a désigné le saumon chinook de l'Okanagan comme espèce en voie de disparition (D1). Le COSEPAC a examiné à nouveau le statut du saumon chinook de l'Okanagan en avril 2006 et a désigné la population comme menacée (D1+2) en raison de la possibilité d'immigration de source externe à partir de populations à proximité dans le haut Columbia. En 2010, le ministre fédéral de l'Environnement a recommandé de ne pas inscrire la population de saumons chinooks de l'Okanagan à la liste de la *Loi sur les espèces en péril* du gouvernement fédéral. Les raisons pour ne pas inscrire la population comprennent les pertes importantes de revenus pour l'économie de la Colombie-Britannique (19 millions de dollars par année) et le fait qu'en l'absence de toute pêche, le potentiel de rétablissement de la population est considéré comme faible (Government of Canada, 2010). Le COSEPAC a réexaminé le statut du saumon chinook de l'Okanagan en avril 2017 et a désigné la population comme en voie de disparition (D1).

Il existe des lois et des politiques fédérales protégeant les poissons en général et leurs milieux dulcicoles et marins. La *Water Act* de la Colombie-Britannique régit le détournement, l'utilisation et le stockage des eaux de surface en Colombie-Britannique, ce qui apporte une certaine protection à l'habitat de fraie et de grossissement dans la rivière Okanagan. La *Loi du traité des eaux limitrophes internationales* et la *Loi sur les ouvrages destinés à l'amélioration des cours d'eau internationaux* du gouvernement fédéral régissent le détournement, le harnachement et l'obstruction des plans d'eau internationaux, comme la rivière Okanagan et le lac Osoyoos, et apportent une certaine protection aux voies de migration. La *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral régit la pêche et protège l'habitat des poissons contre les modifications nuisibles et la destruction, et protège ainsi les poissons et leur habitat dans tout le Canada.

### **Statuts et classements non juridiques**

Le saumon chinook est classé S4 (non en péril) à l'échelle provinciale par le ministère de l'Environnement (Ministry of Environment) de la Colombie-Britannique (BC Conservation Data Centre, 2017). Le saumon chinook de l'Okanagan n'a pas été évalué en tant qu'unité distincte.

### **Protection et propriété de l'habitat**

La principale zone de reproduction pour les saumons chinooks de la rivière Okanagan s'étend d'Oliver (Colombie-Britannique) au barrage McIntyre (Benson, comm. pers. 2015). Presque toute la zone de fraie accessible au Canada est endiguée, les différentes parties du chenal faisant l'objet d'une gestion active par le ministère de la Protection de l'eau, des terres et de l'air (Ministry of Water, Land and Air Protection) de la Colombie-Britannique, ou se trouvant dans les limites des terres de la réserve de la bande indienne Osoyoos. Il y a très peu de développement le long du chenal de la rivière sur la partie qui passe dans la réserve indienne.

Dans la partie canadienne du bassin hydrographique de l'Okanagan, les parcs provinciaux comptent pour 15 % des propriétés foncières. Les terres de réserve indienne comptent pour 4 %, et les terres municipales ou privées pour 50 %. Les terres restantes (environ 30 %) sont des terres de la Couronne. De plus, 32 % des terres (réparties dans ces différentes catégories) font partie de la réserve de terres agricoles.

## **REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS**

Les rédacteurs du présent rapport remercient les personnes suivantes pour les conseils et l'orientation fournis au cours de la préparation du présent document : Alan Sinclair, Ryan Benson et Richard Bussanich (FDONA); Chuck Parken, Dean Allan et Richard Bailey (MPO); Andrea Pearl (Colville Confederated Tribes); Mark Miller (BioAnalysts Inc.). En outre, plusieurs réviseurs ont formulé des commentaires qui ont permis de grandement améliorer les versions antérieures du rapport.

## Experts contactés

- Allan, Dean. Gestionnaire des ressources du Secteur de l'intérieur de la Colombie-Britannique, MPO, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Bailey, Richard. Chef, Programme de chinook/coho, MPO, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Benson, Ryan. Fisheries Biologist, Okanagan Nation Alliance, Penticton (Colombie-Britannique).
- Bussanich, Richard. Stock Assessment/Fisheries Co-Management, Okanagan Nation Alliance, Penticton (Colombie-Britannique).
- Candy, John. Biologiste en recherche, MPO, Nanaimo (Colombie-Britannique).
- Miller, Mark. Président, BioAnalysts Inc., Boise (Idaho).
- Miller, Todd. Fish & Wildlife Biologist, Washington Department of Fish and Wildlife, Dayton (Washington).
- Parken, Chuck. Biologiste, MPO, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Pearl, Andrea. Fisheries Biologist, Colville Tribes Fish & Wildlife, Omak (Washington).
- Whelan, Christie. Conseillère scientifique, MPO, Ottawa (Ontario).
- Withler, Ruth. Généticienne, MPO, Nanaimo (Colombie-Britannique).

## SOURCES D'INFORMATION

- Alexis, F., H. Alex, et S. Lawrence. 2003. Exotic Species Risk Assessment: Contribution No. 2 to an Evaluation of an Experimental Re-introduction of Sockeye Salmon into Skaha Lake: Year 3 of 3. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department, Westbank, B.C.
- Allen, R.L. et T.K. Meekin. 1980. Columbia River Sockeye Salmon study, 1971-1974. State of Washington, Department of Fisheries. Progress Report No. 120.
- Allendorf, F.W., G. Luikart, et S.N. Aitken. 2013. Conservation and the Genetics of Populations, 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley and Sons.
- Alderdice, D.F. et F.P.J. Velsen. 1978. Relation between temperature and incubation time for eggs of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). J. Fish. Res. Board. Can. 35:69-75.
- Allan, D., comm. pers. 2016. Correspondance téléphonique avec D. Braun et N. Burnett. Janvier 2016. Gestionnaire des ressources, Pêches et Océans Canada, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Amaranthus, M., H. Jubas, et D. Arthur. 1989. Stream shading, summer streamflow and maximum water temperature following intense wildfire in headwater streams. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-109. 4 pp.

- Andrusack, H., Matthews, S., Wilson, A., Andrusak, G., Webster, J., Sebastian, D., Scholten, G., Woodruff, P., Rae, R., Vidmanic, L., Stockner, J., et Northwest Hydraulic Consultants. Okanagan Lake Action Plan Year 10 (2005) Report. Fisheries Project Report No. RD 115. 2006. Fisheries Management Branch, Ministry of Water, Land and Air Protection, Province of British Columbia.
- Angilletta, M.J., Jr, E. Ashley Steel, K.K. Bartz, J.G. Kingsolver, M. Scheuerell, B.R. Beckman, et L.G. Crozier. 2008. Big dams and salmon evolution: changes in thermal regimes and their potential evolutionary consequences. *Evolutionary Applications* 1: 286–299.
- Araki, H., Berejikian, B.A., Ford, M.J., et M.S. Blouin. 2008. Fitness of hatchery-reared salmonids in the wild. *Evolutionary Applications*. 1:342–355. doi: 10.1111/j.1752-4571.2008.00026.x
- Araki, H., Cooper, B., M.S. Blouin. 2007. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. *Science*. 318:100-102.
- Armstrong, J.C. 2015. ATK Gathering Report on Chinook Salmon Okanagan population. B.C. Conservation Data Centre. 2017. Species Summary: *Oncorhynchus tshawytscha*. B.C. Minist. of Environment. Site Web : <http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/> (consulté le 6 mai 2017).
- Backer, D.M., Jensen, S.E., et McPherson, G.U.Y. 2004. Impacts of Fire-Suppression Activities on Natural Communities. *Conservation Biology* 18:937-946.
- Bailey, R., comm. pers. 2015. Correspondance téléphonique avec D. Braun et N. Burnett. Décembre 2015. Chef, Programme de chinook/coho, Pêches et Océans Canada, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Beacham, T.D., K.L. Jonsen, J. Supernault, M. Wetklo, L. Deng, et N. Varnavskaya. 2006. Pacific rim population structure of Chinook Salmon as determined from microsatellite analysis. *Transactions of the American Fisheries Society* 135:1604–1621.
- Beacham, T.D., M. Wetklo, C. Wallace, J.B. Olsen, B.G. Flannery, J.K. Wenburg, W.D. Templin, A. Antonovich, et L.W. Seeb. 2008. The application of microsatellites for stock identification of Yukon River Chinook Salmon. *North American Journal of Fisheries Management* 28:283-295.
- Beakes, M.P., Moore, J.W., Hayes, S.A., et Sogard, S.M. 2014. Wildfire and the effects of shifting stream temperature on salmonids. *Ecosphere* 5:1-14.
- Benson, R., comm. pers. 2016. Correspondance électronique et téléphonique avec D. Braun et N. Burnett. Janvier 2016. Fisheries Biologist, Okanagan Nation Alliance, Westbank (Colombie-Britannique).
- Bjornn, T., et D.W. Reiser. 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. *American Fisheries Society Special Publication* 19.
- Bradford, M.J. 1995. Comparative review of Pacific salmon survival rates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52:1327-1338.



- Braun, D.C., J.W. Moore, J. Candy, et R.E. Bailey. 2016. Population diversity in salmon: linkages among response, genetic and life history diversity. *Ecography* 39:317-328.
- Briggs, J.C. 1953. The behaviour and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. *Calif. Dep. Fish Game Fish. Bull.* 94:62 p.
- Bull, C. 1999. Fisheries Habitat in the Okanagan River. Phase 1: Options for protection and restoration. 61 pp. Glenfir Resources, Penticton.
- Bull, C., M. Gaboury, et R. Newbury. 2000 Okanagan River Habitat Restoration Feasibility. Prepared for Public Utility District No. 1 of Douglas County, Washington and Ministry of Environment, Lands and Parks. Kamloops, BC.
- Burnett, N.J.**, S.G. Hinch, D.C. Braun, M.T. Casselman, C.T. Middleton, S.M Wilson, et S.J. Cooke. 2014. Burst swimming in areas of high flow: delayed consequences of anaerobiosis in wild adult Sockeye Salmon. *Physiological and Biochemical Zoology* 87:587-598. Government of Canada. 2010. *Canada Gazette Part ii.* 144 (6): 240-407.
- Candy, J.R., J.R. Irvine, C.K. Parken, S.L. Lemke, R.E. Bailey, M. Wetklo, et K. Jonsen. 2002. A discussion paper on possible new stock groupings (conservation units) for Fraser River Chinook Salmon. Fisheries and Oceans Canada, Canadian Science Advisory Secretariat, Research Document 2002/085.
- Cavalli-Sforza, L.L., et A.W.F. Edwards. 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *Evolution* 21:550-570.
- Caudill, C.C., W.R. Daigle, M.L. Keefer, C.T. Boggs, M.A. Jepson, B.J. Burke, R.W. Zabel, T.C Bjornn, et C.A. Peery. 2007. Slow dam passage in adult Columbia River salmonids associated with unsuccessful migration: delayed negative effects of passage obstacles or condition-dependent mortality? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64:979-995.
- Caudill, C.C., M.L. Keefer, T.S. Clabough, G.P. Naughton, B.J. Burke, et C.A. Peery. 2013. Indirect effects of impoundment on migrating fish: Temperature gradients in fish ladders slow dam passage by adult Chinook Salmon and steelhead. *PLoS One* 8: e85586.
- Chapman, D., A. Giorgi, T. Hillman, D. Deppert, M. Erho, S. Hays, C. Peven, B. Suzumoto, et R. Klinge. 1994. Status of Summer/Fall Chinook Salmon in the Mid-Columbia Region. Don Chapman Consultants, Boise, Idaho.
- Clemens, W.A., D.S. Rawson, et J.L. McHugh. 1939. A biological survey of Okanagan Lake, British Columbia. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* LVI, Ottawa, 70 p.
- Colville Confederated Tribes. 2014. Chief Joseph Hatchery Production Plan. [http://www.colvilletribes.com/by\\_2014\\_hatchery\\_production\\_plan.php](http://www.colvilletribes.com/by_2014_hatchery_production_plan.php).
- Colville Confederated Tribes. 2015. Chief Joseph Hatchery Production Plan. [http://www.colvilletribes.com/by\\_2015\\_hatchery\\_production\\_plan.php](http://www.colvilletribes.com/by_2015_hatchery_production_plan.php).

- Collings, M.R., R.W. Smith, et G.T. Higgins. 1972 Hydrology of four streams in western Washington as related to several Pacific salmon species: Humptulips, Elchoman, Green and Wynoochee rivers: open file report. United States Geological Survey, Tacoma, Washington. 128 p.
- COSEWIC 2006. COSEWIC assessment and status report on the Chinook Salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Okanagan population) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 41 pp. [Également disponible en français : COSEPAC 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) de la population de l'Okanagan au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 46 p.]
- COSEWIC. 2015. Guidelines for Recognizing Designatable units. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Website: <http://www.cosewic.gc.ca/default.asp?lang=En&n=DD31EAE-1>. Consulté en mars 2017. [Également disponible en français : COSEPAC. 2015. Lignes directrices pour reconnaître les unités désignables. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Site Web : <http://www.cosewic.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=DD31EAE-1>]
- Crawford, S.S. 2001. Salmonine introductions to the Laurentian Great Lakes: an historical review and evaluation of ecological effects. Vol. 132. NRC Research Press.
- Crête-Lafrenière, A., L.K. Weir, et L. Bernatchez. 2012. Framing the Salmonidae family phylogenetic portrait: a more complete picture from increased taxon sampling. PLoS One 7: e46662.
- Cumming, B., Laird, K.R., Gregory-Eaves, I., Simpson, K.G., Sokal, M.A., Nordin, R.N. et I.R. Walker. 2015. Tracking past changes in lake-water phosphorus with a 251-lake calibration dataset in British Columbia: tool development and application in a multiproxy assessment of eutrophication and recovery in Osoyoos Lake, a transboundary lake in Western North America. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 3: 84. doi: 10.3389/fevo.2015.00084
- Davis, C., H. Wright, T. Brown, B. Phillips, R. Sharma, et C. Parken. 2007. Scientific information in support of recovery potential analysis for Chinook Salmon Okanagan Population, *Oncorhynchus tshawytscha*. DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document. 2007/065
- Davis, C., Wright, H., K. Long et N. Audy. 2008. Okanagan River Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) 2006 brood year summary report. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC.
- Davis, C., H. Wright, et K. Long. 2008. Okanagan River Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) stock and habitat assessments 2007. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC.
- Davis, C. 2009. Okanagan River Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) 2008 brood year summary report. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC.

- Davis, C. 2010. Okanagan River Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) compilation report 2006 - 2010. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC. 20 p.
- Dessouki, T.C.E. 2009. Water quality assessment of the Okanagan River near Oliver, British Columbia (1990-2007). BC Ministry of Environment and Environment Canada. p 28
- DFO. 2008. Recovery potential assessment for the Okanagan population of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). DFO Canadian Science Advisory Secretariate Science Advisory Report. 2008/021 [Également disponible en français : MPO. 2008. Évaluation du potentiel de rétablissement de la population de saumons quinnats (*Oncorhynchus tshawytscha*) de l'Okanagan. MPO, Secrétariat canadien de consultation scientifique – Avis scientifique 2008/021]
- Dygert, P. 2012. Memorandum to Ray Hilborn. Bycatch of Chinook Salmon in U.S. Fisheries Directed at Non-salmonid Species. July 18, 2012. 7 pp.
- Einum, S., I.A. Fleming, I.M. Côté, et J.D. Reynolds. 2003. Population stability in salmon species: effects of population size and female reproductive allocation. *Journal of Animal Ecology*. 72:811-821.
- Ernst, A. 1999. Okanagan Nation Fisheries Commission Dam Research. Prepared for: Okanagan Nation Fisheries Commission.
- Ernst, A. et A. Vedan. 2000. Aboriginal Fisheries Information within the Okanagan watershed. Prepared for the Okanagan Nation Fisheries Commission.
- Farrell, A.P., S.G. Hinch, S.J. Cooke, D.A. Patterson, G.T. Crossin, M. Lapointe, et M.T. Mathes. 2008. Pacific salmon in hot water: applying aerobic scope models and biotelemetry to predict the success of spawning migrations. *Physiological and Biochemical Zoology*. 81:697-709.
- Ferguson, J.W., G.M. Matthews, R.L. McComas, R.F. Absolon, D.A. Brege, M.H. Gessel, et L.G. Gilbreath. 2005. Passage of Adult and Juvenile Salmon Through Federal Columbia River Power System Dams. NOAA Technical Memorandum. Fish Ecology Division, Northwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries service, national oceanic and atmospheric administration.
- Fish Passage Center. 2004. Hatchery release data for spring and summer Chinook releases into the Okanogan River and its tributaries. [www.fpc.org](http://www.fpc.org)
- Ford, J.K., et G.M. Ellis. 2006. Selective foraging by fish-eating killer whales *Orcinus orca* in British Columbia. *Marine Ecology Progress Series*. 316:185-199.
- Ford, M., Pearsons, T.N., et Murdoch, A. 2015. The spawning success of early maturing resident hatchery Chinook Salmon in natural river system. *Transactions of the American Fisheries Society*. 114: 539-548.
- Ford, M.J., J. Hempelmann, M.B. Hanson, K.L. Ayres, R.W Baird, C.K. Emmons, J.I. Lundin, G.S. Schorr, S.K. Wasser, et L.K. Park. 2016. Estimation of a killer whale (*Orcinus orca*) population's diet using sequencing analysis of DNA from feces. *PLoS One* 11: e0144956.

- Gallagher, S.P. et M.F. Gard. 1999. Relationship between Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) redd densities and PHABSIM-predicted habitat in the Merced and Lower American Rivers, California. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56:570-577.
- Gonia, T.M., M.L. Keefer, T.C. Bjornn, C.A. Peery, D.H. Bennett, et L.C Stuehrenberg. 2006. Behavioral thermoregulation and slowed migration by adult fall Chinook Salmon in response to high Columbia River water temperatures. *Transactions of the American Fisheries Society* 135:408-419.
- Hallock, R.J., R.F. Elwell, et D.H. Fry. 1970. Migrations of adult king salmon *Oncorhynchus tshawytscha* in the San Joaquin delta as demonstrated by the use of sonic tags. *Calif. Dept. Fish. Game. Fish. Bull.* 151: 92 p.
- Hamblin, P.F., et S.O. McAdam. 2003 Impoundment effects on the thermal regimes of Kootenay Lake, the Arrow Lakes Reservoir and Upper Columbia River. *Hydrobiologia* 504:3-19.
- Hansen, J. 1996a. Cassimer Bar hatchery juvenile Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) outmigration from Lake Osoyoos, Washington – 1994. Prepared for Public Utility District No. 1 of Douglas County by Colville Confederated Tribes, Nespelem, Washington.
- Hansen, J. 1996b. Cassimer Bar hatchery juvenile Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) outmigration from Lake Osoyoos, Washington – 1995. Prepared for Public Utility District No. 1 of Douglas County by Colville Confederated Tribes, Nespelem, Washington.
- Healey, M.C. 1991. Life history of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Pages 311-394 in C. Groot and L. Margolis, editors. *Pacific Salmon Life Histories*. University of British Columbia Press, Vancouver, B.C.
- Hess, J.E., J.M. Whiteaker, J.K. Fryer, et S.R. Narum. 2014. Monitoring stock-specific abundance, run timing, and straying of Chinook Salmon in the Columbia River using genetic stock identification (GSI). *North American Journal of Fisheries Management* 34:184-201.
- Howell, P., K. Jones, D. Scarnecchia, L. LaVoy, W. Kendra, D. Ortmann, C. Neff, C. Petrosky, et R. Thurow. 1985. Stock assessment of Columbia River anadromous salmonids. Volume I: Chinook, Coho, Chum, and Sockeye stock summaries. Report to U.S. Dep. Energy, Contract DE-A179-84BP12737, project 83- 335, 585 p. Available Bonneville Power Administration, P.O. Box 3621, Portland, OR 97208.
- Hyatt, K.D. et D.P. Rankin. 1999. A habitat based evaluation of Okanagan Sockeye salmon escapement objectives. Canadian stock assessment secretariat research document 99/191. Pacific Biological Station: Nanaimo BC.
- Hyatt, K.D., et M.M. Stockwell. 2013. Fish and water management tools project assessments: record of management strategy and decisions for the 2007-2008 water year. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 3022.

- Hyatt, K.D., Alexander, C.A.D., et M.M. Stockwell. 2015. A decision support system for improving “fish friendly” flow compliance in the regulated Okanagan Lake and River System of British Columbia, Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques, 40:1, 87-110, DOI: 10.1080/07011784.2014.985510
- Isaak, D.J., Luce, C.H., Rieman, B.E., Nagel, D.E., Peterson, E.E., Horan, D.L., Parkes, S. et Chandler, G.L., 2010. Effects of climate change and wildfire on stream temperatures and salmonid thermal habitat in a mountain river network. Ecological Applications 20:1350-1371.
- Keefer, M.L., C.A. Peery, T.C. Bjornn, M.A. Jepson, et L.C. Stuehrenberg. 2004. Hydrosystem, dam, and reservoir passage rates of adult Chinook Salmon and steelhead in the Columbia and Snake rivers. Transactions of the American Fisheries Society 133:1413-1439.
- Keefer, M.L., R.J. Stansell, S.C. Tackley, W.T. Nagy, K.M. Gibbons, C.A. Peery, et C.C. Caudill. 2012. Use of radiotelemetry and direct observations to evaluate sea lion predation on adult Pacific salmonids at Bonneville Dam. Transactions of the American Fisheries Society 141:1236-1251.
- Keefer, M.L., et C.C. Caudill. 2014. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates. Rev. Fish. Biol. Fisheries 24:333-368.
- Lasenby, D., T. Northcote, et M. Furst. 1986. Theory, practice and effects of *Mysis relicta* introductions to North American and Scandinavian lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43:1277-1284.
- Long, K. 2002. Okanagan River Sockeye spawner enumeration and biological sampling 2001. Prepared for the Okanagan Nation Fisheries Commission.
- Lonnstedt, O.M., et P. Eklov. 2016. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. Science. 352: 1213-1216.
- Machin, D., K. Alex, C. Louie, C. Mathieu, et C. Rivard-Sirois. 2014. Aquatic monitoring of the Okanagan River Restoration Initiative (ORRI) – Post-construction 2014. Prepared by Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC. 91 p.
- McClure, M.M., Holmes, E.E., Sanderson, B.L., et Jordan, C. E. 2003. A large-scale, multispecies status assessment: anadromous salmonids in the Columbia River Basin. Ecological Applications 13:964-989.
- McPhail, J.D. 2007. Freshwater Fishes of British Columbia. Vol. 6. University of Alberta.
- Merritt, W.S., Alila, Y., Barton, M., Taylor, B., Cohen, S., et D. Neilsen. 2006. Hydrologic response to scenarios of climate change in sub watersheds of the Okanagan watershed, British Columbia. Journal of Hydrology. 326:79-108.
- Miller, T. 2004. 2002 Upper Columbia River Summer Chinook Spawning Ground Surveys. Washington Department of Fish and Wildlife. October 21, 2004 Memo to Chuck Peven, Chelan County Public Utility District.

- Moore, D., C. Bull, C. Stroh, D. Sheardown, L. Wetengel, D. Whiting, et K. Wolf, editors. 2004. Okanagan Watershed Subwatershed Plan. Prepared for the Northwest Power and Conservation Council.
- Moore, J.W., M. McClure, L.A. Rogers, et D.E. Schindler. 2010. Synchronization and portfolio performance of threatened salmon. *Conservation Letters* 3:340-348.
- Moran, P., D.J. Teel, M.A. Banks, T.D. Beacham, M.R. Bellinger, S.M. Blankenship, J.R. Candy, J.C. Garza, J.E. Hess, S.R. Narum, et L.W. Seeb. 2013. Divergent life-history races do not represent Chinook Salmon coast-wide: the importance of scale in Quaternary biogeography. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70:415-435.
- Mullan, J.W. 1987. Status and propagation of Chinook Salmon in the mid-Columbia River through 1985. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 89(3). Leavenworth, WA.
- Murdoch, A.R., et T. Miller. 1999. Summer Chinook Spawning Ground Survey in the Methow and Okanogan River Watersheds in 1998. WDFW. Prepared for Public Utility District No. 1 of Chelan County.
- Myers, J.M., R.G. Kope, G.J. Bryant, D. Teel, L.J. Lierheimer, T.C. Wainwright, W.S. Grand, F.W. Waknitz, K. Neely, S.T. Lindley et R.S. Waples. 1998. Status Review of Chinook Salmon from Washington, Idaho, Oregon and California. U.S. Dept. Commerce, NOAA. Tech. Memo. NMFS-NWFSC-35, 443 p.
- Myrick, C.A. et Cech, J.J.Jr. 1998. Bay-Delta Modeling Forum Technical Publication 01-1. Temperature effects on Chinook Salmon and steelhead: a review focusing on California's Central Valley populations. 57pp.
- Neff, B.D., Garner, S.R., Fleming, I.A., M.R. Gross. 2015. Reproductive success in wild and hatchery male Coho salmon. *Royal Society Open Science*. 2:150161. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.150161>
- Nehlsen, W., J.E. Williams, et J.A. Lichatowich. 1991. Pacific salmon at the crossroads: stocks at risk from California, Oregon, Idaho, and Washington. *Fisheries* 16:4-21.
- Nitschke, C.R., et Innes, J.L. 2008. Climatic change and fire potential in South-Central British Columbia, Canada. *Global Change Biology* 14:841-855.
- Northcote, T.G., T.G. Halsey, et S.J. MacDonald. 1972. Task 115, Fish as indicators of water quality in the Okanagan Watershed lakes, British Columbia. Canada-British Columbia Okanagan Watershed Agreement. British Columbia Fish and Wildlife Branch, Department of Recreation and Conservation, Victoria, B.C.
- ONA (Okanagan Nation Alliance). 2003. 2002 Okanagan River Sockeye spawning habitat assessment. Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Seattle, Wa.
- Pacific Salmon Commission Joint Chinook Technical Committee. 2003. Catch and escapement of Chinook Salmon under Pacific Salmon Commission jurisdiction, 2002. Vancouver, B.C.

- Pacific Salmon Commission Coded Wire Tag Workgroup. 2008. An action plan in response to Coded Wire Tag (CWT) Expert Panel Recommendations. Pacific Salmon Comm. Tech. Rep. No. 25: 170 p.
- Parken, C., comm. pers. 2016. Correspondance électronique avec D. Braun. Janvier et février 2016. Biologiste, Pêches et Océans Canada, Kamloops (Colombie-Britannique).
- Parken, C.K., R.E. McNicol, et J.R. Irvine. 2006. Habitat-based methods to estimate escapement goals for data limited Chinook Salmon stocks in British Columbia, 2004. DFO Canadian Scientific Advisory Secretariat Research Document 2006/083.
- Parken, C.K., J.R. Candy, J.R. Irvine, et T.D. Beacham. 2008. Genetic and coded wire tag results combine to allow more-precise management of a complex Chinook Salmon aggregate. *North American Journal of Fisheries Management* 28:328-340.
- Pearl, A., comm. pers. 2016. Correspondance électronique et téléphonique avec N. Burnett. Janvier 2016. Fisheries Biologist, Colville Tribes Fish & Wildlife, Omak (Washington).
- Petersen, J.H., et J.F. Kitchell. 2001. Climate regimes and water temperature changes in the Columbia River: bioenergetic implications for predators of juvenile salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:1831-1841.
- Phillips, B., H. Wright et K. Long. 2005. Okanagan River Chinook habitat usage and availability. Summit Environmental Consultants Ltd. and Okanagan Nation Alliance Fisheries Department, Westbank, B.C.
- Quinn, T.P., M.T. Kinnison, et M.J. Unwin. 2001. Evolution of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) populations in New Zealand: pattern, rate, and process. *Genetica* 112:493-513.
- Quinn, T.P., et M.J. Unwin. 1993. Variation in life history patterns among New Zealand Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:1414-1421.
- Raymond, H.L. 1988. Effects of hydroelectric development and fisheries enhancement on spring and summer Chinook Salmon and steelhead in the Columbia River Basin. *North American Journal of Fisheries Management* 8:1-24.
- Riebe, C.S., L.S. Sklar, B.T. Overstreet, et J.K. Wooster. 2014. Optimal reproduction in salmon spawning substrates linked to grain size and fish length. *Water Resources Research* 50:898-918.
- Rivard-Sirois, C. 2014. Okanagan River Restoration Initiative (ORRI) Spawning Platforms No.1 & No.2 in the Penticton Channel - Construction Works. 2013-2014. Prepared for the ORRI Steering Committee and PRCC Committee. Prepared by Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. Westbank, BC. 92 p.
- Ruggerone, G.T., et F.A. Goetz. 2004. Survival of Puget Sound Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in response to climate-induced competition with Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:1756-1770.

- Scheuerell, M.D., et J.G. Williams. 2005. Forecasting climate-induced changes in the survival of Snake River spring/summer Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Fisheries Oceanography 14:448-457.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 184:1-966.
- Self, J. et H. Larratt, 2014. Okanagan Collaborative Synthesis Report – November 2014. Prepared by Larratt Aquatic Consulting Ltd. Prepared for British Columbia Ministry of Environment.
- Sharma, R., et T.P. Quinn. 2012. Linkages between life history type and migration pathways in freshwater and marine environments for Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. Acta Oecologica 41:1-13.
- Shelton, J.M. 1955. The hatching of Chinook Salmon eggs under simulated stream conditions. Prog. Fish-Cult.95:183-187.
- Smith, S. 2002. Okanogan fishery references (information from the Portland State University library and personal interviews). Prepared for Colville Confederated Tribes, Nespelem, WA.
- Smith, S. 2003a. An investigation of salmon and steelhead in the Similkameen River above the site of Enloe Dam (newspaper and journal accounts). Prepared for Colville Confederated Tribes, Nespelem, WA.
- Smith, S. 2003b. Review of Okanogan fishery resources in watershed newspapers and journals. Prepared for Colville Confederated Tribes, Nespelem, WA.
- Snow, C., C. Frady, A. Repp, B. Goodman, et A. Murdoch. 2014. Monitoring and evaluation of the Wells Hatchery and Methow Hatchery programs: 2013 annual report. Report to Douglas PUD, Grant PUD, and the Wells HCP Hatchery Committee, East Wenatchee, WA.
- Stockner, JG et KS Shortreed. 1989. Algal picoplankton production and contribution to food-webs in oligotrophic British Columbia lakes. Hydrobiologica. 173: 151-166.
- Symonds, B.J. 2000. Background and History of Water Management of Okanagan Lake and River. Ministry of Environment, Lands and Parks, Water Management Branch, Penticton, British Columbia. 8 p.
- Tappel, P.D., et T.C. Bjornn. 1983. A new method of relating size of spawning gravel to salmonid embryo survival. North American Journal of Fisheries Management 3:123-135.
- Teel, D.J., G.B. Milner, G.A. Winans, et W.S. Grant. 1999. Genetic population structure and origin of life history types in Chinook Salmon in British Columbia, Canada. Trans. Am. Fish. Soc. 129:194-209.
- Unwin, M.J., M.T. Kinnison, et T.P. Quinn. 1999. Exceptions to semelparity: postmaturation survival, morphology, and energetics of male Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 56:1172-1181.



- Vedan, A. 2002. Traditional Okanagan environmental knowledge and fisheries management. Okanagan Nation Fisheries Commission, Westbank, B.C.
- Vronskiy, B.B. 1972. Reproductive biology of the Kamchatka River Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)). *Journal of Ichthyology* 12:259-273.
- Waknitz, F.W., G.M. Matthews, T. Wainwright, et G.A. Winans. 1995. Status review for mid-Columbia River summer Chinook Salmon. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-22.
- Waples, R.S. 1991. Pacific salmon, *Oncorhynchus* spp., and the definition of "species" under the Endangered Species Act. *Marine Fisheries Review* 53:11-22.
- Waples, R.S., R.G. Gustafson, L.A. Weitkamp, J.M. Myers, O.W. Johnson, P.J. Busby, J.J. Hard, G.J. Bryant, F.W. Waknitz, K. Neely, et D. Teel. 2001. Characterizing diversity in Pacific salmon. *Journal of Fish Biology* 59:1-41.
- Waples, R.S., D.J. Teel, J.M. Myers, et A.R. Marshall. 2004. Life-history divergence in Chinook salmon: historic contingency and parallel evolution. *Evolution* 58:386-403.
- Waples, R.S., R.W. Zabel, M.D. Scheuerell, et B.L. Sanderson. 2007. Evolutionary responses by native species to major anthropogenic changes to their ecosystems: Pacific salmon in the Columbia River hydropower system. *Molecular Ecology* 17:84-96.
- Wilcox, C., Mallos, N.J., Leonard, G.H., Rodriguez, A., et B.D. Hardesty. 2016. Using expert elicitation to estimate the impacts of plastic pollution on marine wildlife. *Marine Policy* 65: 107-114.
- Williamson, K.C., Murdoch, A.R., Pearsons, T.N., Ward, E.J., et M.J. Ford. 2010. Factors influencing the relative fitness of hatchery and wild spring Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Wenatchee River, Washington, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67:1840-1851.
- Williamson, K.C., et B. May. 2005. Homogenization of fall-run Chinook Salmon gene pools in the Central Valley of California, USA. *N. Am. J. Fish. Manage* 25:993–1009.
- Wright, R.H., C.J. Bull, et K.D. Hyatt. 2002. Possible impacts of exotic species introductions on the indigenous aquatic communities of the Okanagan Valley mainstem lakes. Submitted for AFS special publication on Okanagan system. May Ecosystem conference.
- Wright, R.H., et K. Long. 2005. Documentation of Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) information from Okanagan Nation Alliance Fisheries Department field work (1999-2004). Okanagan Nation Alliance Fisheries Department. March 2005.
- Zimmerman, M.P. 1999. Food Habits of Smallmouth Bass, Walleyes, and Northern Pikeminnow in the Lower Columbia River Basin during Outmigration of Juvenile Anadromous Salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society* 128:1036-1054.
- Zimmerman, M.P., et D.L. Ward. 1999a. Response of Smallmouth Bass to Sustained Removals of Northern Pikeminnow in the Lower Columbia and Snake Rivers. *Transactions of the American Fisheries Society* 128:1020-1035.

Zimmerman, M.P., et D.L. Ward. 1999b. Index of Predation on Juvenile Salmonids by Northern Pikeminnow in the Lower Columbia River Basin, 1994-1996. Transactions of the American Fisheries Society 128:995-1007.

## **SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT**

Douglas Braun et Nicholas Burnett sont les principaux rédacteurs du présent rapport.

Douglas Braun est titulaire d'un doctorat en biologie de la Simon Fraser University et il travaille depuis quatre ans à titre de consultant à InStream Fisheries Research Inc., à Vancouver (Colombie-Britannique).

Nicholas Burnett est titulaire d'une maîtrise en biologie de l'Université Carleton et il travaille depuis deux ans à titre de consultant à InStream Fisheries Research Inc., à Vancouver (Colombie-Britannique).

## Annexe I. Tableau de classification des menaces pour le saumon chinook, population de l'Okanagan

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES WORKSHEET			
Voir les instructions dans la feuille de calcul « Instructions ». Utilisez la fonction défilement vers le bas pour voir le contenu de tout le tableau.			
<b>Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème</b>	Saumon chinook, population de l'Okanagan		
<b>Identification de l'élément</b>		<b>Code de l'élément</b>	
<b>Date (Ctrl + ";" pour la date d'aujourd'hui):</b>	05/04/2016		
<b>Évaluateur(s) :</b>	Dean Allan, Bruce Atkinson, Dan Benoit, Doug Braun (rédacteur du rapport de situation), Richard Bussanich, Ross Claytor, Ian Fleming, Dave Fraser (animateur), Carrie Holt, Sean McConnachie, John Neilson, Craig Purchase, Alan Sinclair (coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons marins), Peter Westley, Christie Whelan, Greg Wilson. Secrétariat du COSEPAC (non-évaluateur): Bev McBride		
<b>Références :</b>	Rapport de situation préliminaire		
<b>Guide pour le calcul de l'impact global :</b>			<b>Valeurs d'impact des catégories de risque de niveau 1</b>
	<b>Impact des menaces</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	0	0
C	Moyen	3	0
D	Faible	1	4
	<b>Impact global des menaces calculé :</b>	Élevé	Moyen
<b>Impact global attribué :</b>			
<b>Ajustement de l'impact global calculé – justification :</b>			
<b>Impact global des menaces - commentaires</b>	Generation time = 4 years		

Menace	Impact (calculé)	Portée (dix prochaines années)	Gravité (dix ans ou trois générations)	Actualité	Commentaires
1 Développement résidentiel et commercial					
1.1 Habitations et zones urbaines					
1.2 Zones commerciales et industrielles					
1.3 Tourisme et espaces récréatifs					
2 Agriculture et aquaculture	Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (dix prochaines années)	Gravité (dix ans ou trois générations)	Actualité	Commentaires
2.1	Cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois						
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte						
2.3	Élevage et élevage à grande échelle						
2.4	Aquaculture en mer et en eau douce		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. La gravité dépend du nombre de poissons d'écloserie qui survivent et se reproduisent avec des saumons chinooks de l'Okanagan. Il y a également une incertitude en ce qui concerne l'incidence des agents pathogènes (p. ex. NHI, PKD) et d'autres installations ou activités aquacoles (c.-à-d. BC Freshwater Fisheries Society [Summerland] et saumon rouge aux fins de repeuplement/traitement des eaux usées et des déchets, ombre chevalier [Oliver] durant les années de températures élevées et de faibles débits ...)
3	Production d'énergie et exploitation minière						
3.1	Forages pétroliers et gaziers						
3.2	Exploitation de mines et de carrières						
3.3	Énergie renouvelable		Non calculé (à l'extérieur de la période d'évaluation)			Faible (possiblement à long terme, > 10 ans)	Probabilité faible pour les dix prochaines années.
4	Corridors de transport et de service						
4.1	Routes et voies ferrées						
4.2	Lignes de services publics						
4.3	Transport par eau						

Menace		Impact (calculé)		Portée (dix prochaines années)	Gravité (dix ans ou trois générations)	Actualité	Commentaires
4.4	Trajectoires de vol						
5	Utilisation des ressources biologiques	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	
5.1	Chasse et prélèvement d'animaux terrestres						
5.2	Cueillette de plantes terrestres						
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois						
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. La survie en milieu marin pourrait cacher l'incidence de l'exploitation. Taux de braconnage très faible (interception), c.-à-d. pas important.
6	Intrusions et perturbations humaines						
6.1	Activités récréatives		Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Longue (continue)	Utilisation de chambres à air dans le chenal de Penticton, et le tronçon d'Oliver. Certaines activités récréatives menées dans les frayères, mais pas en période de fraie. Seul un petit pourcentage des poissons seraient confrontés à la présence d'utilisateurs de chambres à air.
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires						
6.3	Travaux et autres activités						
7	Modifications du système naturel	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies		Inconnu	Inconnue	Inconnue	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (dix prochaines années)	Gravité (dix ans ou trois générations)	Actualité	Commentaires
7.2	Barrages, gestion et utilisation de l'eau	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. Portée : Concerne l'ensemble de la population. Mortalité pendant la montaison aux huit barrages : de 6 à 13 %; mortalité cumulative de 35 à 67 %. D'autres études indiquent que la mortalité aux huit barrages varie de 15 à 20 %. Estimation de la mortalité cumulative pendant la dévalaison : de 57 à 74 %.
7.3	Autres modifications de l'écosystème						
8	Espèces et gènes envahissants ou problématiques	D	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Longue (continue)	
8.1	Espèces exotiques et non indigènes envahissantes	D	Faible	Généralisée (71-100 %)	Légère (1-10 %)	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. Répercussions possibles sur les achigans, les perchaudes et les mysidés – source de la mortalité imprécise. Grandes populations de crevettes près de la côte, mais les saumons chinooks sont dans des eaux plus profondes. Au Canada, environ 10 % de la population marquée disparaît, mais en aval, ce pourcentage atteint 60 %.
8.2	Espèces indigènes problématiques		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	Cyanobactéries
8.3	Introduction de matériel génétique						Les répercussions des écloséries sont prises en considération ci-dessus (sous 2.4 Aquaculture).
9			Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	Nombre de répercussions probablement indirectes.
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	Traitement des eaux usées dans les collectivités de la vallée de l'Okanagan. Incertitude relative à l'incidence (négative ou positive).
9.2	Effluents industriels et militaires						

Menace		Impact (calculé)		Portée (dix prochaines années)	Gravité (dix ans ou trois générations)	Actualité	Commentaires
9.3	Effluents agricoles et forestiers		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue - modérée	Certains contaminants entrent dans les voies navigables par, notamment, Teslin slide.
9.4	Détritus et déchets solides		Inconnu	Inconnue	Inconnue	Longue (continue)	Plastiques en milieu marin
9.5	Polluants atmosphériques						
9.6	Énergie excessive						
10	Phénomènes géologiques						
10.1	Volcans						
10.2	Tremblements de terre et tsunamis						
10.3	Avalanches et glissements de terrain						
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Longue (continue)	
11.2	Sécheresses	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. Un faible niveau d'eau serait nécessaire pendant plusieurs années de suite.
11.3	Températures extrêmes	CD	Moyen-faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Longue (continue)	Aucun déclin actuel de la population n'a été observé. Des eaux chaudes seraient nécessaires pendant plusieurs années de suite.
11.4	Tempêtes et inondations						

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky et al. (2008).